

Université de Sherbrooke  
Faculté des sciences de l'activité physique

Faisabilité et impacts de l'exercice intradialytique chez des patients âgés atteints  
d'insuffisance rénale : étude pilote

Par  
Thomas Deshayes

Essai présenté à la Faculté des sciences de l'activité physique  
en vue de l'obtention du grade de  
Maître es sciences (M. Sc.)  
Sciences de l'activité physique

Novembre 2018  
© Thomas Deshayes, 2018

Université de Sherbrooke  
Faculté des sciences de l'activité physique

Faisabilité et impacts de l'exercice intradialytique chez des patients âgés atteints  
d'insuffisance rénale : étude pilote

Par  
Thomas Deshayes

A été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Directrice de maîtrise : Isabelle Dionne Ph. D.  
Faculté des sciences de l'activité physique  
Université de Sherbrooke

Évaluatrice interne : Eléonor Riesco, Ph. D.  
Faculté des sciences de l'activité physique  
Université de Sherbrooke

## AVANT-PROPOS

Cet essai a été élaboré afin de mieux comprendre l'insuffisance rénale chronique, ses complications et son traitement par hémodialyse en lien avec la prescription d'exercice. Il commence par une brève description de l'anatomie et de la physiologie rénale, révisant les concepts liés à la filtration glomérulaire, le traitement d'hémodialyse et les caractéristiques physiques et psychologiques de cette population. Plus loin, la problématique et la méthodologie de cet essai seront présentées, notamment les variables utilisées pour évaluer les impacts de six mois d'intervention en exercice mixte intradialytique auprès de patients âgés. Les résultats de l'intervention seront enfin présentés et discutés dans une dernière partie. L'objectif ultime de ce projet est, par une plus grande conscientisation des professionnels de la santé à l'égard de l'exercice et l'amélioration des méthodes de traitement, d'obtenir de meilleurs résultats auprès des patients atteints d'insuffisance rénale chronique.

## TABLE DES MATIÈRES

<b>AVANT-PROPOS .....</b>	<b>III</b>
<b>TABLE DES ILLUSTRATIONS .....</b>	<b>VI</b>
<b>LISTE DES ABRÉVIATIONS.....</b>	<b>VII</b>
<b>DÉFINITIONS.....</b>	<b>VIII</b>
<b>PREMIER CHAPITRE : INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>DEUXIÈME CHAPITRE : CADRE THÉORIQUE .....</b>	<b>4</b>
2.1    LA FONCTION RENALE .....	4
2.1.1 <i>Anatomie rénale</i> .....	4
2.1.2 <i>Le néphron : unité fonctionnelle du rein</i> .....	6
2.1.3 <i>Réabsorption et sécrétion tubulaire</i> .....	8
2.2    L'INSUFFISANCE RENALE : DERNIER STADE DE LA MALADIE RENALE CHRONIQUE .....	8
2.2.1 <i>Définition</i> .....	8
2.2.2 <i>Épidémiologie</i> .....	10
2.2.3 <i>Signes et symptômes</i> .....	11
2.2.4 <i>Diagnostic de la maladie rénale</i> .....	12
2.3    FACTEURS DE RISQUE ET ETIOLOGIE DE L'INSUFFISANCE RENALE .....	14
2.4    TRAITEMENT DE L'INSUFFISANCE RENALE : L'HEMODIALYSE .....	16
2.5    IMPACT DE L'INSUFFISANCE RENALE .....	18
2.5.1 <i>Capacité fonctionnelle</i> .....	20
2.5.2 <i>Altération de l'état psychologique</i> .....	21
2.5.3 <i>Inactivité physique et mortalité</i> .....	22
2.6    L'EXERCICE INTRADIALYTIQUE COMME STRATEGIE D'INTERVENTION .....	23
<b>TROISIÈME CHAPITRE : PROBLÉMATIQUE .....</b>	<b>25</b>
3.1    OBJECTIFS DE LA RECHERCHE .....	25
3.2    HYPOTHESES .....	25
3.3    CONTRIBUTION A L'AVANCEE DES CONNAISSANCES .....	26
<b>QUATRIÈME CHAPITRE : MÉTHODOLOGIE.....</b>	<b>27</b>
4.1    LES PARTICIPANTS.....	27
4.2    CRITERES D'INCLUSION ET D'EXCLUSION .....	27
4.3    VARIABLES ET INSTRUMENTS DE MESURE .....	28
4.3.1 <i>Faisabilité, valence affective et taux de rétention</i> .....	28

4.3.2	<i>Capacité fonctionnelle</i> .....	28
4.3.3	<i>Variables liées à l'état psychologique : qualité de vie, du sommeil et niveaux de dépression</i> .....	29
4.3.4	<i>Variables liées au traitement d'hémodialyse</i> .....	30
4.3.5	<i>Variable de contrôle : la pratique d'activité physique en dehors de l'intervention</i> .	31
4.3.6	<i>Intervention : programme d'entraînement</i> .....	31
4.4	DEROULEMENT DE L'ETUDE .....	33
4.5	ANALYSES STATISTIQUES .....	34
<b>CINQUIÈME CHAPITRE : RETOMBÉES</b> .....		<b>35</b>
5.1	CARACTERISTIQUES DE L'ECHANTILLON .....	35
5.2	FAISABILITE, VALENCE AFFECTIVE ET TAUX DE RETENTION .....	35
5.3	CAPACITE FONCTIONNELLE .....	36
5.4	VARIABLES LIEES A L'ETAT PSYCHOLOGIQUE : QUALITE DE VIE, DU SOMMEIL ET NIVEAUX DE DEPRESSION .....	37
5.5	VARIABLES LIEES AU TRAITEMENT D'HEMODIALYSE .....	41
5.6	VARIABLE DE CONTROLE : LA PRATIQUE D'ACTIVITE PHYSIQUE EN DEHORS DE L'INTERVENTION .....	44
5.7	FORCES ET LIMITES DE L'ETUDE .....	45
5.8	FUTURES PISTES DE RECHERCHE .....	46
<b>SIXIÈME CHAPITRE : CONCLUSION</b> .....		<b>49</b>
<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....		<b>51</b>
<b>ANNEXE 1</b> .....		<b>61</b>
<b>ANNEXE 2</b> .....		<b>62</b>
<b>ANNEXE 3</b> .....		<b>63</b>
<b>ANNEXE 4</b> .....		<b>64</b>
<b>ANNEXE 5</b> .....		<b>66</b>
<b>ANNEXE 6</b> .....		<b>67</b>
<b>ANNEXE 7</b> .....		<b>68</b>

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

### TABLEAUX

Tableau 1. Stades de la maladie rénale chronique.....	10
Tableau 2. Conséquences biologiques et cliniques de l'insuffisance rénale .....	19
Tableau 3. Variation pré- et post-intervention du score de qualité de vie perçue liée à la santé .....	40
Tableau 4. Variation pré- et post-intervention du score de qualité du sommeil et de dépression .....	41
Tableau 5. Caractéristiques de l'échantillon.....	64
Tableau 6. Variation pré- et post-intervention des variables liées au traitement d'hémodialyse. ....	67

### FIGURES

<i>Figure 1. Anatomie descriptive du rein.....</i>	<i>5</i>
<i>Figure 2. Le néphron : unité fonctionnelle du rein .....</i>	<i>6</i>
<i>Figure 3. Corpuscule rénal .....</i>	<i>7</i>
<i>Figure 4. Nouveaux patients atteints d'insuffisance rénale selon l'âge au Canada entre 1996 et 2015 .....</i>	<i>11</i>
<i>Figure 5. Étiologie de l'insuffisance rénale au Canada en 2015.....</i>	<i>15</i>
<i>Figure 6. Schéma du traitement d'hémodialyse.....</i>	<i>17</i>
<i>Figure 7. Prévalence en hémodialyse selon le groupe d'âge au Canada en 2015 .....</i>	<i>18</i>
<i>Figure 8. Variation pré-post-intervention du STS-5 et STS-60.....</i>	<i>37</i>
<i>Figure 9. Réabsorption et sécrétion rénale.....</i>	<i>61</i>
<i>Figure 10. Photo d'une fistule artérioveineuse et d'un cathéter.....</i>	<i>62</i>
<i>Figure 11. Schéma de la fonction rénale.....</i>	<i>63</i>
<i>Figure 12. Diagramme des flux.....</i>	<i>66</i>

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

BDI : *beck depression inventory*

DFG : débit de filtration glomérulaire

DT2 : diabète de type 2

ÉPE : échelle de perception de l'effort de Borg

HD : hémodialyse

HTA : hypertension artérielle

IQSP : index de qualité de sommeil de Pittsburgh

IR : insuffisance rénale

MRA : maladie rénale aiguë

MRC : maladie rénale chronique

MCS : *mental component score* (composante mentale du SF-36)

PCS : *physical component score* (composante physique du SF-36)

QdV : qualité de vie

SF-36 : *the short-form (36) health survey* (questionnaire de QdV)

STS-5 : *sit-to-stand-5* (test de lever de chaise de 5 répétitions)

STS-60 : *sit-to-stand-60* (test de lever de chaise de 60 secondes)

## DÉFINITIONS

Activité physique : tout travail corporel produit par les muscles squelettiques engendrant une dépense énergétique supérieure à celle de repos.

Débit de filtration glomérulaire : volume de liquide filtré par les reins par unité de temps (en ml/min/1,73 m<sup>2</sup>). Il est un indicateur de la fonction rénale.

Exercice physique : sous-catégorie de l'activité physique. Il est planifié, structuré et répétitif. Il vise l'amélioration ou le maintien de la condition physique ou de la performance.

Exercice intradialytique : il s'agit d'un exercice physique réalisé pendant le traitement d'hémodialyse. Il s'oppose à l'exercice interdialytique qui est effectué en dehors du traitement d'hémodialyse.

Entraînement mixte : il s'agit de la combinaison d'exercices aérobies et de renforcement musculaire au sein d'une même séance d'entraînement.

Hémodialyse : méthode d'épuration du sang par la création d'un circuit de circulation extracorporelle et son passage dans un dialyseur. Ce dernier joue le rôle de filtre (ou rein artificiel) afin d'éliminer les déchets, les éléments chimiques et les liquides en excès dans le sang.

Insuffisance rénale : dernier stade de la maladie rénale chronique, caractérisé par un DFG inférieur à 15 ml/min et nécessitant un traitement de suppléance rénal (HD, dialyse péritonéale ou transplantation rénale).

Maladie rénale chronique : déclin progressif de la fonction rénale, caractérisé soit par la persistance d'une atteinte fonctionnelle, structurelle ou histologique des reins pendant au moins trois mois, soit par un DFG inférieur à 60 ml/min/1,73 m<sup>2</sup> sans atteinte fonctionnelle depuis au moins trois mois. Elle se décompose en cinq stades de gravité croissante dont le dernier est l'IR.



## **PREMIER CHAPITRE : INTRODUCTION**

Les individus atteints de maladie rénale chronique (MRC) sont plus à risque de mortalité et de comorbidités par rapport à la population générale (ICIS, 2016). La prévalence des complications cardiovasculaires inhérentes à la MRC explique en partie cette mortalité, si bien qu'environ 50 % des décès sont liés à une cause cardiovasculaire (Collins, 2003). En fait, la progression de la MRC selon les différents stades est étroitement corrélée avec le risque cardiovasculaire<sup>1</sup>, de telle manière que plus la personne se rapproche du stade 5 communément appelé insuffisance rénale (IR), plus grand est le risque de pathologies cardiovasculaires associées (Go, Chertow, Fan, McCulloch, & Hsu, 2004).

De nombreux mécanismes peuvent expliquer cette prévalence aux complications cardiovasculaires associées à la MRC. Premièrement, l'hypertension artérielle (HTA) et les complications du diabète de type 2 (DT2) expliquent à elles seules plus de la moitié des cas d'IR au Canada en 2015 (ICIS, 2016). En effet, les hauts niveaux de pression artérielle et de glucose plasmatique sont nocifs et à long terme, engendrent la destruction des néphrons (Reenders, de Nobel, van den Hoogen, Rutten, & van Weel, 1993). La relation entre l'HTA et la MRC est d'ailleurs très étroite. Si les maladies rénales engendrent souvent de l'HTA, par l'altération de la fonction endocrine des reins et notamment de la sécrétion de la rénine, l'inverse est également vrai, si bien qu'à long terme l'HTA puisse engendrer la MRC. De plus, cette dernière est également associée à d'autres facteurs de risque prédisposant aux complications cardiovasculaires tels que l'obésité, le tabagisme, la dyslipidémie, l'âge avancé ou encore l'inactivité physique (Krzesinski & Dubois, 2007). Il est d'ailleurs intéressant de noter que les facteurs de risque prédisposant à la MRC sont communs à ceux prédisposant aux complications cardiovasculaires.

---

<sup>1</sup> Réfère à la probabilité de survenue d'un événement cardiovasculaire majeur (infarctus du myocarde, accident vasculaire cérébral, etc.) sur une période donnée.

Caractérisée par une accumulation de déchets azotés dans le sang, des perturbations hydro-électrolytiques et des anomalies de la fonction endocrine des reins, la MRC est une maladie silencieuse qui s'installe progressivement (KDOQI, 2002). Si elle n'est pas prise en charge à temps, elle peut conduire à l'IR, nécessitant un traitement de suppléance rénale. À ce titre, lors des vingt dernières années, la prévalence de l'IR au Canada a plus que doublé pour atteindre près de 40 000 personnes en 2015 (ICIS, 2016). L'IR, qui se caractérise comme un état irréversible traduisant l'incapacité des reins à assurer leur fonction et nécessitant une thérapie continue de remplacement rénal comme la dialyse ou transplantation rénale, est associée à une mortalité élevée et à une qualité de vie (QdV) réduite (Østhus et coll., 2012). Par exemple, les taux de survie à trois et cinq ans des patients âgés de 65 ans et plus en hémodialyse (HD) sont respectivement de 50 % et 30 % (ICIS, 2016). Cette mortalité élevée peut s'expliquer par l'IR *per se*, par le fait que les patients atteints d'IR présentent d'autres comorbidités telles que le DT2, l'HTA, l'anémie ou l'insuffisance cardiaque, et par l'inactivité physique accrue dans cette population.

L'inactivité physique se définit comme la non-atteinte des recommandations en matière d'activité physique, c'est-à-dire, 150 minutes d'activité physique d'intensité modérée à vigoureuse par semaine pour les adultes et les personnes âgées de 65 ans et plus (Tremblay et coll., 2017). Cette dernière est omniprésente dans la MRC et notamment aux stades plus avancés (Diaz et coll., 2008; Kopple et coll., 2015) de telle sorte que près d'une personne sur deux atteinte d'IR rapporte ne jamais faire d'exercice dans la semaine (Stack, Molony, Rives, Tyson, & Murthy, 2005; Tentori et coll., 2010). De plus, les temps de sédentarité, définis comme les comportements de repos caractérisés par une dépense énergétique < 1,5 MET en position assise, allongée ou semi-allongée (Tremblay et coll., 2017), sont accentués, notamment chez ceux en HD pour qui le traitement représente en moyenne douze heures par semaine, en position assise ou allongée. Ceci est d'autant plus important que ces comportements sédentaires et l'inactivité physique sont reliés à des taux de mortalité plus élevés chez ces patients. En outre, ceux qui rapportent faire de l'exercice deux à trois fois par semaine présentent un risque de mortalité inférieur de près de 30 % à ceux qui rapportent ne jamais en faire (Stack et coll., 2005).

La condition physique réduite, la fatigue, le manque de motivation et de temps dû aux nombreuses heures passées en HD, ainsi que les craintes liées à l'aspect sécuritaire de la pratique d'activité physique de manière non supervisée sont présentés comme étant des barrières importantes à la pratique d'activité physique chez ces patients (Kolko, Lasseur, Labat, Trolonge, & Chauveau, 2014). Puisque la majorité des patients atteints d'IR sont âgés de plus de 65 ans et reçoivent des traitements d'HD à l'hôpital (ICIS, 2016), il n'est pas étonnant que l'utilisation des séances de traitement sous supervision médicale soit considérée comme une fenêtre d'opportunité pour la pratique d'exercice. Dans ce cas, on parlera d'exercice intradialytique.

C'est dans ce contexte que cet essai rapporte les résultats d'une étude pilote ayant pour objectif l'implantation d'un programme d'exercice intradialytique auprès de patients âgés atteints d'IR. Les objectifs principaux sont d'évaluer (1) la faisabilité et (2) les impacts d'une telle intervention sur des variables ayant trait à la capacité fonctionnelle, à l'état psychologique et liées au traitement d'HD. Ces résultats seront par la suite discutés et permettront la mise à jour des évidences quant à la pratique d'exercice intradialytique chez des patients âgés.

## DEUXIÈME CHAPITRE : CADRE THÉORIQUE

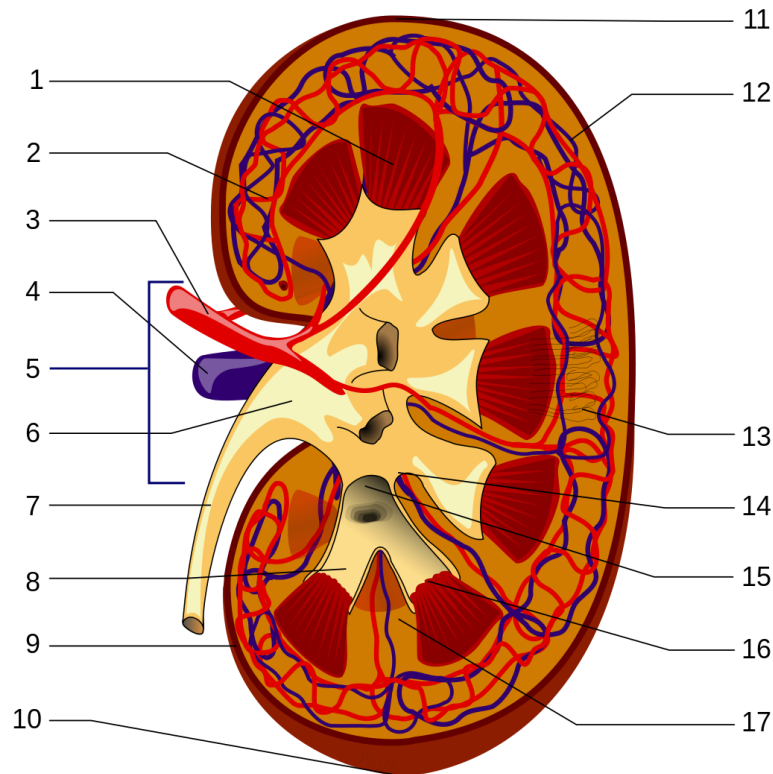
Ce chapitre sera l'occasion d'une description de l'anatomie et de la physiologie rénale de base. Cette révision permettra d'introduire le concept d'IR, son diagnostic, les facteurs de risque associés, son traitement par HD et ses impacts sur plusieurs variables d'intérêts. Par la suite, une brève revue de la littérature liée à l'exercice intradialytique sera abordée.

### 2.1 La fonction rénale

Les reins ont de multiples fonctions dont les principales sont l'épuration des déchets sanguins par la formation de l'urine, la régulation de la pression artérielle et l'homéostasie minérale et acido-basique (Marieb, 2009). Ils ont également une fonction endocrine en produisant l'érythropoïétine qui intervient dans la production des érythrocytes, la rénine qui permet de réguler la pression artérielle et le calcitriol, forme active de la vitamine D, qui permet l'absorption du calcium (Marieb, 2009).

#### 2.1.1 Anatomie rénale

Les reins, au nombre de deux, sont des organes ovoïdes et aplatis. Leur forme est souvent comparée à celle d'un haricot, de surface lisse et rouge-brun. Ils sont situés dans l'espace retro-péritonéale, entre les vertèbres T11 et L3 pour le rein gauche et entre T12 et L3-L4 pour le rein droit, qui est plus bas de 3 cm du fait du foie sus-jacent (Marieb, 2009). La vascularisation des reins se fait par les artères et les veines rénales (*Figure 1*) et représente 20 % du débit cardiaque au repos, soit 1,2 litre par minute (Marieb, 2009). Enfin, chaque rein est surmonté des glandes surrénales (non représentées sur la *Figure 1*) qui sécrètent entre autres, les catécholamines, les glucocorticoïdes comme la cortisone et des minéralcorticoïdes comme l'aldostérone (Marieb, 2009).



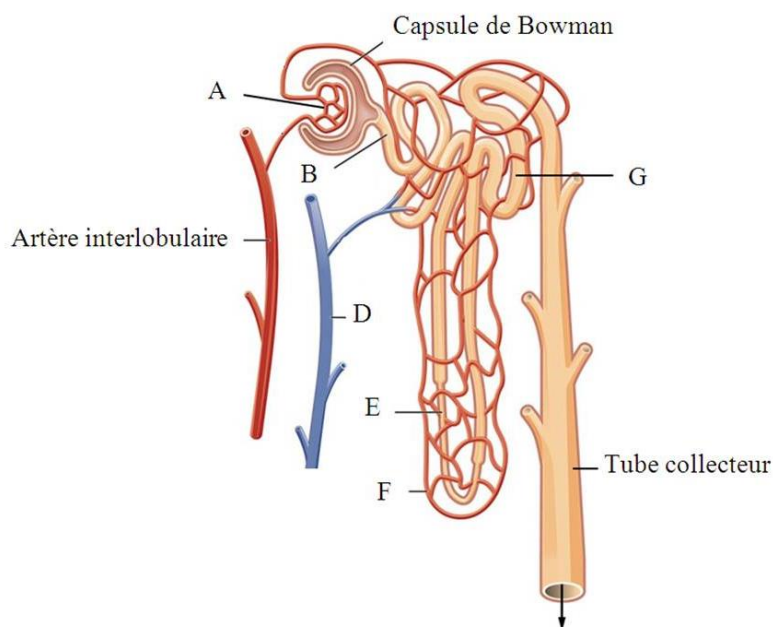
*Figure 1. Anatomie descriptive du rein.* © P.M. Jaworski, 2006. Reproduit avec permission.

1= pyramide rénale (ou de Malpighi), 2= artère interlobaire, 3= artère rénale, 4= veine rénale, 5= hile du rein, 6= bassinets, 7= uretère, 8= calices mineurs, 9=capsule rénale, 10= pôle inférieur, 11= pôle supérieur, 12= veine interlobaire, 13= cortex, 14= sinus rénal, 15= calices majeurs, 16= papilles rénales (sommet des pyramides), 17= colonnes rénales.

Il est possible de décrire le rein selon deux niveaux, l'un intra-rénal qui concerne les parties corticales et médullaires et l'autre, extra-rénal qui est composé des voies excrétrices. La composante intra-rénale est constituée d'une partie externe appelée zone corticale (ou cortex) enveloppée par la capsule rénale (*Figure 1*). Elle comporte les glomérules, les tubes contournés proximaux et distaux et les tubes collecteurs de Bellini (Marieb, 2009). La zone médullaire constitue, quant à elle, la partie interne du rein où se trouvent les pyramides rénales (ou de Malpighi) composées de l'anse de Henlé et du prolongement des tubes collecteurs de Bellini. Chaque rein est constitué d'une dizaine de pyramides rénales où se trouvent les néphrons (Marieb, 2009). Enfin, les parties excrétrices telles que les bassinets, les calices et les uretères constituent la composante extrarénale permettant l'acheminement de l'urine vers la vessie et son élimination par la miction (Marieb, 2009).

### 2.1.2 Le néphron : unité fonctionnelle du rein

Le néphron constitue l'unité fonctionnelle du rein, qui en contient environ un million (Marieb, 2009). Au niveau intra-rénal, le glomérule est constitué d'une ramification capillaire de l'artère afférente rénale, entouré de la capsule de Bowman (*Figure 2*). L'urine primitive formée au niveau du glomérule par filtration du sang gagne ensuite le tubule contourné proximal, l'anse de Henlé et le tubule contourné distal. Enfin, le tube collecteur de Bellini recueille les urines provenant de différents néphrons. Au niveau extrarénal, les tubes collecteurs se déversent dans les calices qui à leur tour se déversent dans le bassinnet qui est connecté à l'uretère pour acheminer l'urine dans la vessie où elle sera excrétée par l'urètre (*Figure 1*). En fait, ce parcours est celui de l'urine primitive qui permet de comprendre l'anatomie du néphron. Ce dernier filtre le sang de manière non sélective selon les principes d'osmose et de diffusion ce qui forme l'urine primitive, soit environ 180 litres par jour ou 125 ml/min : c'est ce qu'on appelle le débit de filtration glomérulaire ou DFG (Marieb, 2009).

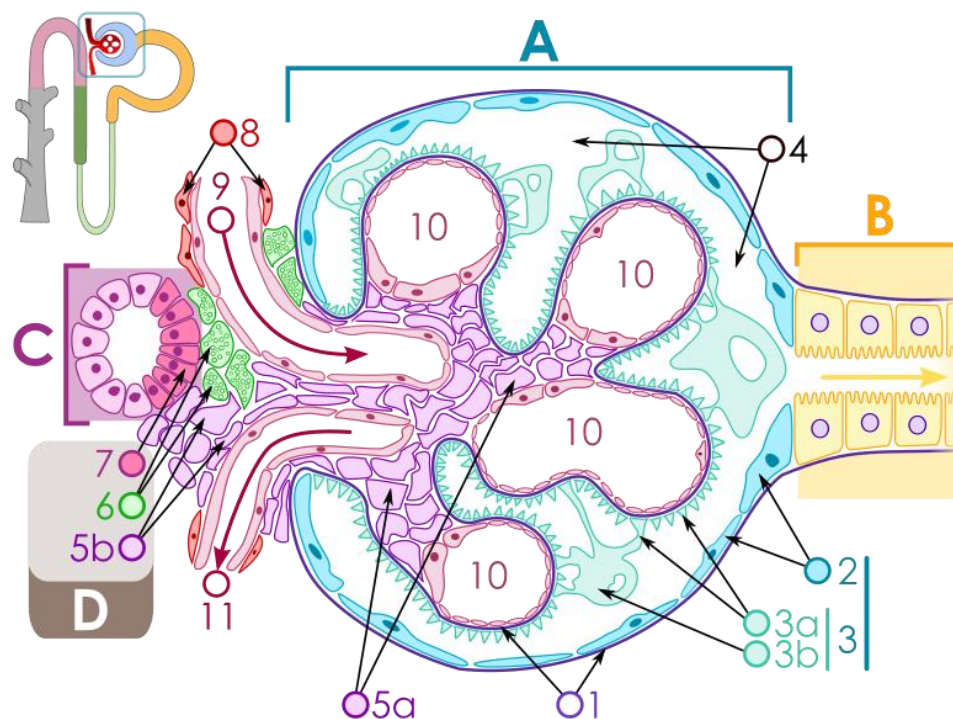


*Figure 2. Le néphron : unité fonctionnelle du rein* © OpenStax College, 2013.

Reproduit et modifié avec permission.

A= glomérule, B= tubule contourné proximal, D= veine interlobulaire, E= anse de Henlé, F= capillaire péritubulaire, G= tubule contourné distal.

La filtration glomérulaire est donc un processus d'ultrafiltration qui se déroule dans le corpuscule rénal (*Figure 3*). Ce processus est unidirectionnel, passif et non sélectif et s'effectue principalement sous l'effet de la pression hydrostatique glomérulaire et dans lequel le glomérule a un rôle de filtre mécanique en ne laissant passer que certains éléments (Gueutin, Deray, Isnard-Bagnis, & Janus, 2011; Marieb, 2009). Ainsi, le filtrat qui en ressort et qui pénètre dans le tubule rénal est composé de tous les éléments du sang hormis les éléments figurés et les grosses protéines, dont la taille ne permet pas le passage. Cependant, un humain urine en moyenne 1,5 à 2 litres par jour, soit seulement 1 % du volume d'urine primitive de 180 litres. Ceci s'explique par d'autres mécanismes, notamment la réabsorption et la sécrétion tubulaire (Gueutin et coll., 2011; Marieb, 2009) qui seront abordées juste après.



*Figure 3. Corpuscule rénal.* © M. Komorniczak, 2009. Reproduit avec permission.

A= corpuscule rénal, B= tubule proximal, C= tubule contourné distal, D= appareil juxtaglomérulaire, 1= membrane basale glomérulaire, 2= capsule de Bowman – couche pariétale, 3= capsule de Bowman – couche viscérale, 3a= pédicelles du podocyte, 3b= podocyte, 4= chambre urinaire, 5a= mésangium – cellules intraglomérulaires, 5b= mésangium – cellules extraglomérulaires, 6= cellules juxtaglomérulaires, 7= macula densa, 8= myocytes lisses, 9= artériole efférente, 10= anses capillaires, 11= artériole afférente.

### 2.1.3 Réabsorption et sécrétion tubulaire

L'urine primitive, constituée d'eau, de glucose, d'électrolytes tels que le sodium, et le potassium, d'acides aminés et de déchets tels que l'acide urique, l'urée et la créatinine, chemine à travers les tubules (Gueutin et coll., 2011; Marieb, 2009) présentés dans la *Figure 2*. Lors de ce trajet, des substances essentielles comme le sodium, le glucose ou encore l'eau sont réabsorbées et d'autres sont sécrétées, notamment les substances en excès, dangereuses ou inutiles telles que les drogues, la créatinine ou le potassium (Gueutin et coll., 2011; Marieb, 2009) selon les besoins physiologiques de l'organisme. Les substances réabsorbées et sécrétées sont décrites dans l'ANNEXE 1.

Cependant, il arrive que certains déchets, notamment l'urée et la créatinine, ne soient plus filtrés correctement et s'accumulent dans le sang. Cela s'observe notamment lorsque les reins ne fonctionnent plus correctement, notamment lors d'une maladie rénale et plus particulièrement lors d'une IR.

## 2.2 L'insuffisance rénale : dernier stade de la maladie rénale chronique

### 2.2.1 Définition

La maladie rénale est l'état qui est caractérisé par l'incapacité des reins à répondre à leurs fonctions (*voir section 2.1*). Elle peut être aiguë (MRA), si le dysfonctionnement est transitoire et réversible (Lameire, 2007; Mansour, 2014) et chronique (MRC) si le dysfonctionnement est irréversible et par conséquent non guérissable (Jungers, Man, Joly, & Legendre, 2011). De même, la MRA peut devenir chronique en cas de complications non traitées ou si elle n'est pas décelée à temps. Le plus souvent, la MRA est induite par un événement brutal tel qu'un accident ou une hémorragie qui entraîne une baisse importante de la pression artérielle, par un agent infectieux, par une obstruction des voies urinaires ou bien en cas d'intoxication médicamenteuse (Lameire, 2007; Mansour, 2014). La MRA nécessite un traitement de suppléance rénale par dialyse (*voir section 2.4*) de manière



transitoire et, bien souvent, les reins retrouvent leur fonction normale (Lameire, 2007; Mansour, 2014).

La MRC est, quant à elle, diagnostiquée quand l'altération de la fonction rénale est présente depuis plus de trois mois (Jungers et coll., 2011; KDOQI, 2007). Elle est irréversible et est souvent induite par des facteurs de risque dont les principaux sont les complications du DT2 et de l'HTA (*voir section 2.5*) ainsi que l'âge (ICIS, 2016). Plus précisément, la *Kidney Disease Outcomes Quality Initiative* (KDOQI, 2007) définit la MRC par :

- 1) la persistance d'une atteinte fonctionnelle (protéinurie, albuminurie, leucocyturie, hématurie), structurelle ou histologique des reins, avec ou sans baisse du DFG, pendant au minimum trois mois.
- 2) un DFG inférieur à 60 ml/min/1,73 m<sup>2</sup> depuis au minimum trois mois, avec ou sans atteinte fonctionnelle ou structurelle des reins.

La MRC se décompose en cinq stades selon la gravité de l'atteinte (Jungers et coll., 2011; KDOQI, 2007). Ces stades sont discriminés par le DFG et présentés dans le tableau ci-dessous. Le terme IR est utilisé pour décrire le dernier stade de la MRC dans lequel les reins ne fonctionnent plus de manière adéquate, c'est-à-dire lorsque le DFG est inférieur à 15 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>, nécessitant un traitement de suppléance rénale de manière permanente. Le reste de cet essai traitera exclusivement de l'IR et du traitement par HD.

Tableau 1. Stades de la maladie rénale chronique<sup>2</sup>.

Stades	DFG (ml/min/1,73 m <sup>2</sup> )	Fonction rénale
1	> 90	Normale, mais présence d'une atteinte rénale
2	60-89	Légèrement réduite
3	30-59	Modérée
4	15-29	Gravement réduite
5 ou IR	< 15	Inexistante

Une fois le DFG connu, il est possible d'évaluer son rythme d'évolution ( $\Delta$ DFG), et donc de la maladie. Le  $\Delta$ DFG représente la diminution du DFG par année, exprimé en ml/min/1,73m<sup>2</sup>/an. Trois situations sont alors définies : (1)  $\Delta$ DFG <1 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>/an ; (2)  $\Delta$ DFG entre 1 et 5 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>/an ; 3)  $\Delta$ DFG >5 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>/an. Le premier groupe correspond à une diminution lente et progressive du DFG, classiquement observée avec le vieillissement, soit environ 1 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>/an (Lindeman, Tobin, & Shock, 1985; Musso & Oreopoulos, 2011). Le second groupe correspond à une diminution modérée et le dernier à une diminution rapide et associée à un risque important de progression vers l'IR (Jungers et coll., 2011).

### 2.2.2 Épidémiologie

Au Canada, la MRC est un problème de santé publique qui touche près de trois millions de personnes, soit un peu moins de 9 % de la population (Arora et coll., 2013). Pour sa part, l'IR touche près de 40 000 personnes au Canada et notamment les personnes âgées (ICIS, 2016). En effet, la prévalence de la MRC et de l'IR augmente avec l'âge et ce sont les personnes âgées de 65 ans et plus qui sont les plus touchées. À ce titre, le nombre de nouveaux patients atteints d'IR âgés de plus de 65 ans a plus que doublé au cours des vingt dernières années, pour représenter 43 % des patients atteints d'IR en 2015 (ICIS, 2016) tel que présenté dans la *Figure 4*.

<sup>2</sup> Inspiré de Jungers et coll., 2011 et KDOQI, 2007

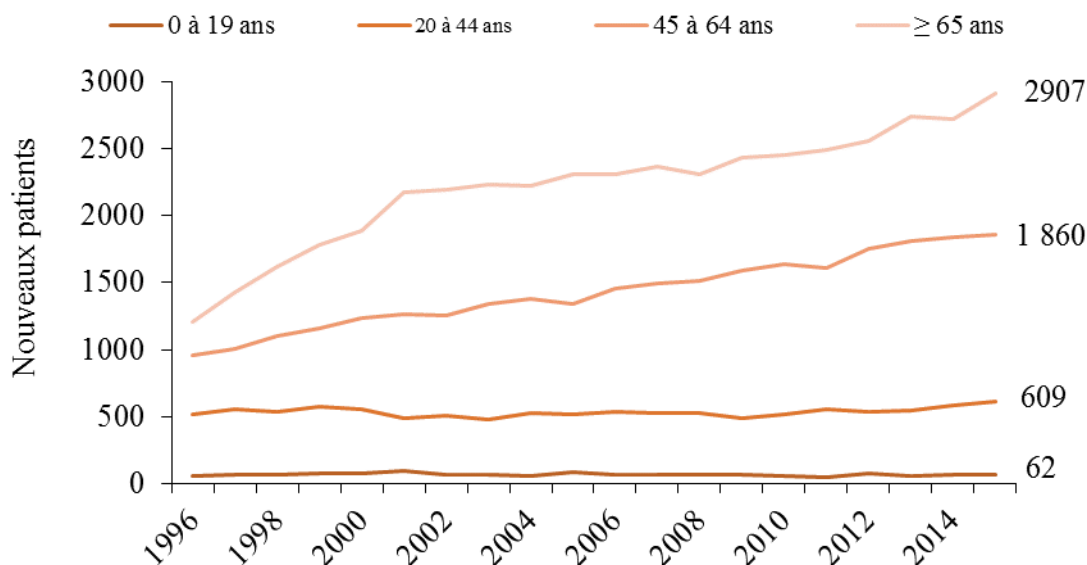


Figure 4. Nouveaux patients atteints d'insuffisance rénale selon l'âge au Canada entre 1996 et 2015<sup>3</sup>.

Note : les chiffres à droite de la figure représentent les données de 2015.

### 2.2.3 Signes et symptômes

Comme vu précédemment, les reins régissent plusieurs fonctions parmi lesquelles la régulation des concentrations hydriques, de la pression artérielle, l'élimination des déchets de l'organisme, l'activation de la vitamine D et l'homéostasie acido-basique en sont les principales (Gueutin et coll., 2011; Marieb, 2009). Aussi, ces multiples fonctions expliquent grandement les multiples signes et symptômes de la MRC, qui ne sont pas toujours évidents à déceler et dont le principal est l'urémie. Par ailleurs, les reins s'adaptent aux dommages qu'ils subissent, notamment en augmentant la capacité de filtration des néphrons encore actifs (Gueutin et coll., 2011; Marieb, 2009). Ainsi, les signes et symptômes d'une dysfonction rénale peuvent survenir à un stade relativement avancé, ce qui explique pourquoi la MRC est souvent définie comme une maladie silencieuse.

<sup>3</sup> Réalisé à partir des données provenant du registre canadien des insuffisances et transplantations d'organes, 2006 à 2015 (exclu le Québec).

Le terme urémie, précédemment mentionné, provient du grec et signifie « urine dans le sang » (Fondation canadienne du rein, 2016). En fait, l'urémie désigne le taux d'urée plasmatique, qui est mortelle lorsque présente en grande concentration. La diminution de l'épuration du sang par les reins, inhérente à la MRC, induit une augmentation de l'urémie, cliniquement associée au « syndrome urémique », terme regroupant plusieurs signes et symptômes tels que la perte de poids, les nausées et vomissements, les crampes, les démangeaisons, la fatigue, les changements de la couleur de la peau et les œdèmes (Fondation canadienne du rein, 2016). La diminution ou l'arrêt de la production d'urine est également un signe très spécifique de la MRC (Fondation canadienne du rein, 2016). La prévalence des différents symptômes peut refléter à la fois la sévérité de l'atteinte rénale, mais aussi la vitesse de progression de cette dernière (Fondation canadienne du rein, 2016), bien que des tests doivent être effectués pour confirmer le diagnostic.

#### *2.2.4 Diagnostic de la maladie rénale*

Comme mentionné plus tôt, le DFG constitue le meilleur indicateur de la fonction rénale (KDOQI, 2007). La méthode de référence afin de déterminer le DFG consiste à mesurer l'élimination d'une substance radioactive par les urines telles que l'iohexol ou l'inuline (Brown & O'Reilly, 1991). Cependant, étant complexe et onéreuse, cette méthode est très peu utilisée cliniquement et des formules d'estimation basées sur la créatininémie ont été développées (Jungers et coll., 2011; Legris & Desforges, 2017). La créatininémie est donc la concentration de créatinine plasmatique. De manière générale, la créatinine, métabolite provenant des réactions du métabolisme musculaire (Gueutin et coll., 2011; Marieb, 2009), est éliminée par les reins. Or, dans le cas d'une MRC, elle n'est plus correctement filtrée et s'accumule dans le plasma.

Le DFG peut donc être estimé à partir de formules de prédiction qui prennent en compte les concentrations plasmatiques de créatinine. Étant donné que ces dernières sont plus élevées chez les hommes, les athlètes, les personnes qui mangent plus de viande et qu'elles sont plus faibles chez les femmes, les personnes âgées et les personnes dénutries

(Legris & Desforges, 2017; Verhave, Fesler, Ribstein, du Cailar, & Mimran, 2005), d'autres variables telles que l'âge, le sexe, l'ethnicité et la masse corporelle totale sont également prises en compte dans ces formules (Jungers et coll., 2011; KDOQI, 2007). Chez les adultes, les formules de Cockcroft-Gault et de la *Modification of Diet in Renal Disease* (MDRD) sont les plus utilisées (Cockcroft & Gault, 1976).

Le choix de la formule est influencé par certains paramètres tels que l'âge ou les niveaux d'obésité. Par exemple, la formule de Cockcroft-Gault surestime la clairance de la créatinine chez les jeunes adultes, les personnes en condition d'obésité ( $\text{IMC} > 30 \text{ kg/m}^2$ ) ou chez les personnes âgées de plus de 65 ans, chez qui la formule de MDRD est recommandée (Jungers et coll., 2011). En effet, la formule de MDRD permet une estimation plus fiable du DFG pour des valeurs inférieures à  $60 \text{ ml/min/1,73 m}^2$ , et révèle des valeurs très proches de celles mesurées par la méthode de référence chez les personnes âgées (Jungers et coll., 2011). Elle est la méthode la plus employée dans la littérature scientifique (Delanaye & Mariat, 2013; Jungers et coll., 2011; Schwandt et coll., 2017), bien que de nouvelles formules se développent.

En outre, la formule *Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration* (CKD-EPI), plus précise, a été proposée pour des valeurs du DFG inférieures à  $60 \text{ ml/min/1,73 m}^2$ . Cette dernière ne se base pas sur la créatinine, mais plutôt sur la cystatine C, qui contrairement à la créatinine n'est pas influencée par la masse musculaire. Aussi bien dans la pratique générale (Earley, Miskulin, Lamb, Levey, & Uhlig, 2012) que chez les patients âgés de plus de 65 ans, la formule CKD-EPI est à privilégier (Dubourg, Selistre, de Souza, Rabilloud, & Cochat, 2016).

Quoi qu'il en soit, à elles seules, les concentrations plasmatiques en créatinine ne peuvent pas servir à déterminer le niveau de la fonction rénale. La mesure de la clairance de la créatinine dans les urines sur 24 heures peut également être utilisée, notamment chez les personnes ayant une supplémentation en créatinine ou des problèmes au niveau de la masse musculaire telle qu'une amputation ou une dégradation importante de la masse musculaire. D'autres marqueurs, comme les concentrations en protéines dans les urines, ou protéinurie,

peuvent traduire une atteinte rénale et possiblement d'une MRC (Eknoyan et coll.; Jungers et coll., 2011; KDOQI, 2007). En effet, de manière générale peu de protéines se retrouvent dans les urines, leur taille empêchant leur passage dans le glomérule, si bien qu'une concentration élevée de protéines urinaires traduit une dysfonction rénale (Eknoyan et coll.; Jungers et coll., 2011; KDOQI, 2007).

### **2.3 Facteurs de risque et étiologie de l'insuffisance rénale**

Comme dans l'ensemble des maladies chroniques, l'étiologie de la MRC peut être d'origine primaire, provenant d'une affection du rein en lui-même, ou secondaire à des maladies touchant l'ensemble de l'organisme. Par exemple, la MRC est associée à plusieurs facteurs de risque parmi lesquels le DT2 et l'HTA en sont les principaux (ICIS, 2016). L'obésité, l'âge avancé, le surdosage de médicament et le tabagisme sont également des facteurs de risque prédisposant à la MRC (Krzesinski & Dubois, 2007). Un lien étroit est également observé entre les maladies cardiovasculaires et la MRC (Ronco, Haapio, Anavekar, House, & Bellomo, 2012). En effet, les patients souffrant d'insuffisance cardiaque chronique sont susceptibles, au cours de leur vie, de souffrir de MRC : c'est le syndrome cardio-rénal (Ronco, Haapio, Anavekar, House, & Bellomo, 2012). À la suite du diagnostic de la MRC, ces facteurs de risque, notamment le DT2 et l'HTA, doivent être contrôlés afin de réduire le risque d'évolution de la maladie vers l'IR.

À ce titre, en 2015 au Canada, l'IR était liée dans plus d'un cas sur deux à l'HTA (néphropathie hypertensive) ou des complications du DT2 (néphropathie diabétique). En fait, individuellement, ces dernières expliquent respectivement 14 % et 38 % de l'étiologie de l'IR (ICIS, 2016) et sont rapportées dans la *Figure 5*. À long terme, l'HTA et les taux de glucose plasmatiques élevés entraînent des lésions vasculaires au niveau des néphrons, si bien que dix ans après le diagnostic, un tiers des personnes atteintes d'un DT2 développent une MRC, dont 6 % à un stade avancé (Adler et coll., 2003).

Les glomérulonéphrites, qui sont une inflammation du glomérule, expliquent environ 11 % de l'étiologie de l'IR en 2015 (ICIS, 2016). Il s'agit le plus souvent d'une

maladie inflammatoire auto-immune du glomérule. Cette dernière engendre une mauvaise filtration des déchets qui s'accumulent dans l'organisme. Les glomérulonéphrites sont caractérisées comme des pathologies silencieuses, qui s'installent lentement et progressivement, ce qui explique qu'elles soient détectées tardivement et engendrent une MRC. Environ 4 % de l'étiologie de l'IR est liée à une maladie génétique héréditaire appelée polykystose (ICIS, 2016), caractérisée par des kystes au niveau des reins qui en perturbe le bon fonctionnement.

Les pyélonéphrites (2 %) et les causes médicamenteuses (2 %) sont à l'origine de 4 % des cas d'IR. Les pyélonéphrites sont notamment dues à des infections urinaires très fréquentes, surtout chez la femme. Enfin, en 2015 au Canada, 17 % des cas d'IR étaient dû à une autre étiologie et 12 % à une étiologie inconnue ou non déclarée (ICIS, 2016).

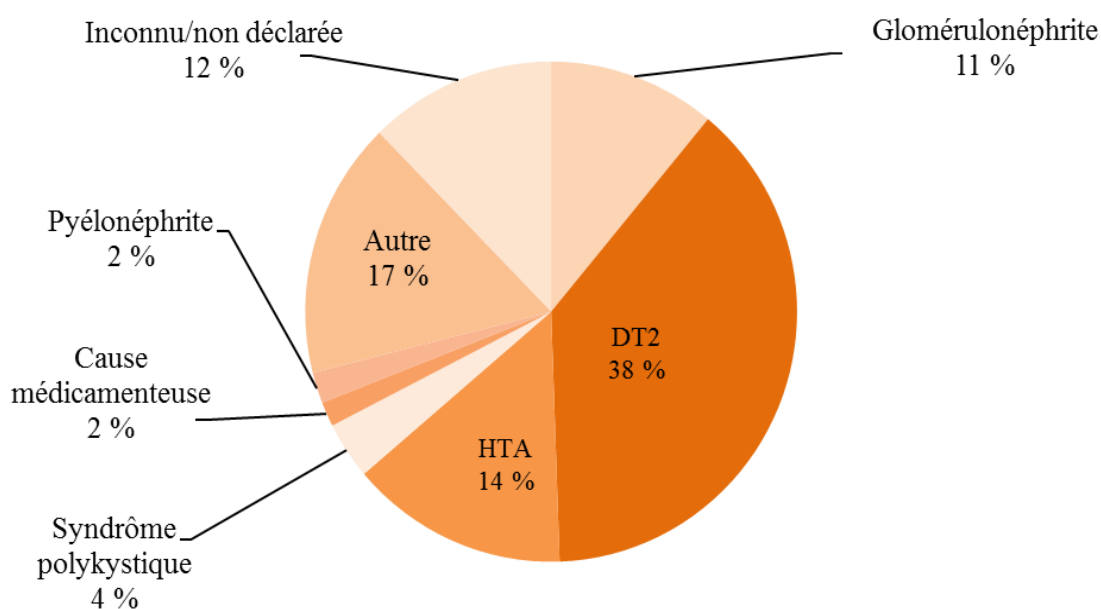


Figure 5. Étiologie de l'insuffisance rénale au Canada en 2015<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Réalisé à partir des données provenant du registre canadien des insuffisances et transplantations d'organes, 2006 à 2015 (exclu le Québec).

## 2.4 Traitement de l'insuffisance rénale : l'hémodialyse

Comme mentionné précédemment, l'IR est un état irréversible qui nécessite une thérapie de suppléance rénale soit par transplantation ou par traitement de dialyse. En 2015 au Canada, l'HD constituait la modalité de traitement de suppléance la plus utilisée à 47 % devant la transplantation rénale à 41,5 % et la dialyse péritonéale à 11,5 % (ICIS, 2016). Dans cet essai, seul le traitement d'HD sera abordé.

Comme le montre la *Figure 6*, le traitement d'HD s'effectue par filtration du sang à travers le dialyseur qui joue le rôle de rein artificiel. Ce dernier possède deux compartiments séparés par une mince membrane, qui ne laisse passer que certains éléments, tout comme le fait le glomérule. L'HD se déroule à l'extérieur de l'organisme par la mise en place d'un circuit extracorporel qui nécessite un accès vasculaire (fistule artérioveineuse au niveau du bras ou de l'avant-bras ou cathéter principalement sous-claviculaire ; ANNEXE 2). L'HD se déroule en trois étapes principales. Premièrement, le sang à filtrer et à nettoyer est pompé pour se rendre dans le dialyseur. Le dialysat, placé d'un côté du dialyseur, attire les déchets et l'excès d'eau présents dans le sang. La membrane du dialyseur joue le rôle de filtre afin de ne laisser passer que les déchets et l'excès d'eau. Le dialysat usé est ensuite éliminé et le sang propre est retourné dans l'organisme. Certains éléments peuvent être ajoutés au sang propre avant qu'il ne retourne dans l'organisme (dialysat propre) selon les besoins physiologiques du patient. Le traitement d'HD dure en moyenne quatre heures, à raison de trois séances par semaine, soit un total de douze heures par semaine. Il peut être réalisé à domicile ou à l'hôpital, selon la modalité de traitement (HD à l'hôpital, HD nocturne à domicile, dialyse péritonéale), dont le choix dépend de l'autonomie de la personne, de son rythme de vie, mais aussi des recommandations de l'équipe médicale.



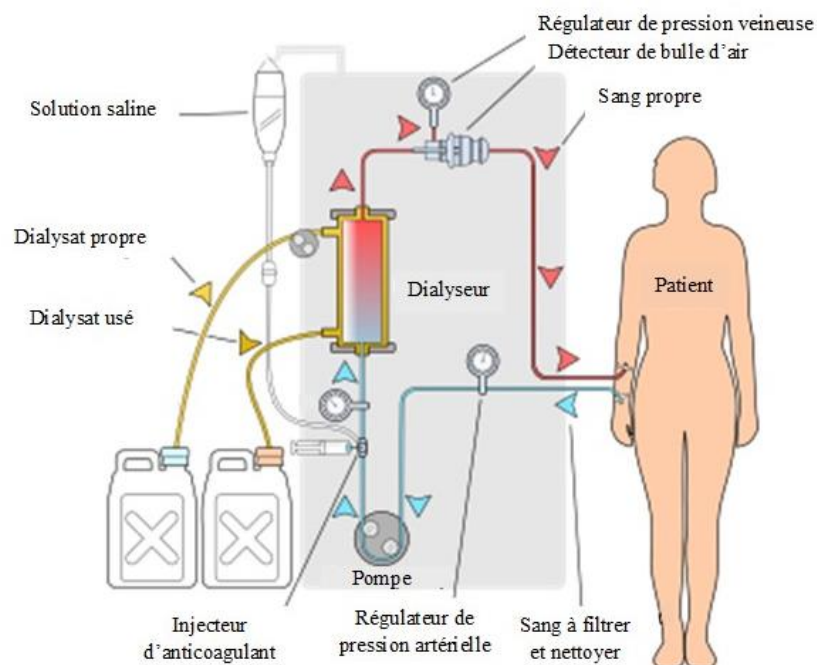
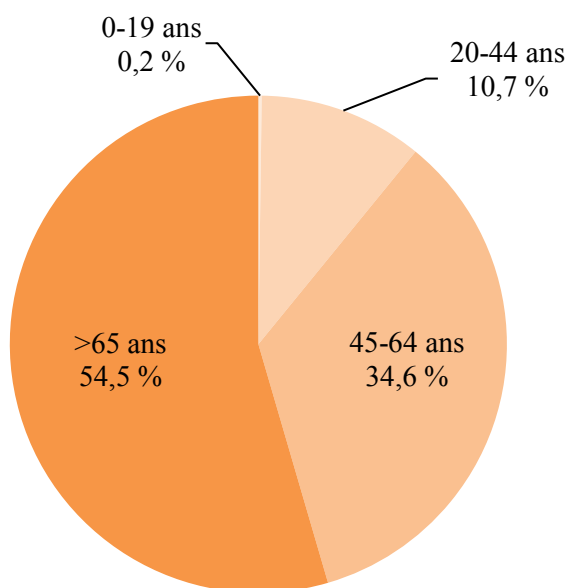


Figure 6. Schéma du traitement d'hémodialyse. © Y. Mrabet, 2008. Reproduit et modifié avec permission.

En 2015 au Canada, plus d'une personne atteinte d'IR sur deux âgées de 65 ans et plus était en HD (ICIS, 2016) comme le montre la *Figure 7*. L'HD réalisée à domicile représente 6 % des traitements d'HD alors que 94 % sont réalisés à l'hôpital ou en clinique (ICIS, 2016). L'IR et le traitement d'HD sont également associés à des taux de mortalité plus élevés comparativement aux personnes de même âge en santé, notamment chez les personnes plus âgées (ICIS, 2016; Sietsema, Amato, Adler, & Brass, 2004). Si bien que les taux de survie à trois et cinq ans des patients âgés de 65 ans et plus en HD sont respectivement de 50 % et 30 % (ICIS, 2016).



*Figure 7. Prévalence en hémodialyse selon le groupe d'âge au Canada en 2015<sup>5</sup>.*

## **2.5 Impact de l'insuffisance rénale**

L'IR est associée à un ensemble de conséquences biologiques et cliniques (Cheema, Smith, & Singh, 2005; Thomas, Kanso, & Sedor, 2008) présentées dans le tableau ci-dessous.

---

<sup>5</sup> Réalisé à partir des données provenant du registre canadien des insuffisances et transplantations d'organes, 2006 à 2015 (exclu le Québec).

Tableau 2. Conséquences biologiques et cliniques de l'insuffisance rénale.

Conséquences biologiques	Conséquences cliniques
Rétention des déchets (urée, créatinine, acide urique)	Hypertrophie ventriculaire, cardiopathies
Diminution production d'érythropoïétine	Anémie
Diminution production rénine	HTA
Désordre du métabolisme phosphocalcique (hypocalcémie, hyperphosphatémie)	Ostéoporose, athérosclérose
Dyslipidémie	Calcifications artérielles et valvulaires
Acidose métabolique	Diminution de la force musculaire
État pro-inflammatoire chronique	Diminution de la capacité aérobie
	Augmentation des états de dépression
	Altération de la QdV

Note : les conséquences cliniques ne découlent pas nécessairement des conséquences biologiques qui se trouvent sur la même ligne.

L'ensemble des impacts de l'IR et leurs interrelations sont rapportés dans l'ANNEXE 3. Comme vu précédemment, lors de la MRC, les déchets provenant du catabolisme des protéines telles que l'urée et la créatinine ne sont plus correctement éliminés par les reins et s'accumulent dans le plasma. D'autres éléments se retrouvent en grande concentration tels que le potassium, qui à haute dose est mortel (DuBose, 2017). Au même titre, l'IR est associée à l'anémie<sup>6</sup> et à l'HTA<sup>7</sup>, qui sont dues à la perturbation de la régulation endocrine des reins. En effet, l'érythropoïétine, qui intervient dans la formation des érythrocytes, et la rénine, qui intervient dans le complexe rénine-angiotensine et qui régule la pression artérielle, ne sont plus correctement sécrétées (Gueutin et coll., 2011; Marieb, 2009). Ensemble, ces deux conséquences induisent un risque cardiovasculaire plus important et peuvent conduire à une hypertrophie du ventricule gauche ou à l'athérosclérose (Gansevoort et coll., 2013; Go et coll., 2004; Matsushita, Ballew, & Coresh, 2016).

<sup>6</sup> Définie par la *National Kidney Foundation* par un taux d'hémoglobine <12 g/dL chez les femmes et <13,5 g/dL chez les hommes.

<sup>7</sup> Définis par l'OMS par une pression artérielle de repos  $\geq 140/90$  mm Hg.

De plus, la mauvaise régulation des ions d'hydrogènes et de bicarbonates, induite par l'altération de la fonction rénale (Kraut & Madias, 2017; Nagami & Hamm, 2017), ne parvient plus à établir l'homéostasie acido-basique. Cela favorise l'acidose métabolique et les risques associés comme la diminution du métabolisme oxydatif et l'altération de la fonction musculaire (Kraut & Madias, 2017; Workeneh & Mitch, 2010) et du métabolisme osseux (Kraut & Madias, 2017). La MRC se traduit également par une dyslipidémie (Kaysen, 2009; Vaziri & Norris, 2011) et des états pro-inflammatoires (Silverstein, 2009) importants, augmentant ainsi le risque cardiovasculaire et donc le risque de mortalité (ANNEXE 3). De plus, ces deux conditions exacerbent le déconditionnement physique et la diminution de la capacité fonctionnelle des patients atteints d'IR. À cela s'ajoute le traitement d'HD qui, de manière combinée à l'IR, est associé à une altération de la capacité fonctionnelle et de l'état psychologique, tous deux exacerbés par l'inactivité physique accrue (Cheema et coll., 2005; Stack et coll., 2005).

### *2.5.1 Capacité fonctionnelle*

La capacité fonctionnelle peut être définie comme l'ensemble des capacités physiques, cognitives, sociales, spirituelles et sociodémographiques permettant de fonctionner au quotidien afin de répondre aux besoins fondamentaux, de remplir un rôle social ainsi que de maintenir une bonne santé et une bonne QdV (Evans & Campbell, 1993). La capacité fonctionnelle peut être un déterminant de l'autonomie fonctionnelle, c'est-à-dire de la capacité à accomplir de façon autonome les activités de la vie quotidienne (Spector, Katz, Murphy, & Fulton, 1987). À ce titre, de nombreuses études ont souligné les faibles niveaux de capacité fonctionnelle chez les patients atteints d'IR, qui ont une force, une endurance et une puissance musculaire qui est inférieure aux individus en santé de même âge (Cheema et coll., 2007a; Cheema et coll., 2007b; Diaz et coll., 2008; Kopple et coll., 2015; Painter, 2005). La force musculaire est d'ailleurs le déterminant le plus important de la capacité fonctionnelle et du maintien des activités de la vie quotidienne chez ces patients (Tentori et coll., 2010). De plus, les pertes de masse et de force musculaire induites par l'inactivité physique et les comportements sédentaires liés au

traitement d'HD prédisent le plus les comorbidités et la mortalité dans cette population (Lowrie, Huang, & Lew, 1994).

### *2.5.2 Altération de l'état psychologique*

Une faible QdV liée à la santé (Kouidi, Grekas, Deligiannis, & Tourkantonis, 2004), des troubles du sommeil (Chang, Cheng, Lin, Gau, & Chao, 2010; De Lima et coll., 2013; Giannaki, Hadjigeorgiou, et coll., 2013; Giannaki, Sakkas, et coll., 2013) et de hauts niveaux de dépression s'observent chez les patients atteints d'IR (Kouidi et coll., 2004). En fait, une faible QdV est très souvent associée à une qualité de sommeil altérée (Chang et coll., 2010; De Lima et coll., 2013; Giannaki, Hadjigeorgiou, et coll., 2013; Giannaki, Sakkas, et coll., 2013) et à la dépression (Nabolsi, Wardam, & Al-Halabi, 2015), composante psychologique dont la prévalence est élevée dans cette population (Kouidi et coll., 2010; Ugurlu, 2012).

Outre la condition liée à la maladie et au traitement d'HD, l'inactivité physique observée chez ces patients (Heiwe & Jacobson, 2011; Johansen et coll., 2013; Painter & Roshanravan, 2013) est étroitement liée aux niveaux de dépression (Ugurlu, 2012), à la QdV diminuée (Ouzouni, Kouidi, Sioulis, Grekas, & Deligiannis, 2009), mais également à la fatigue accrue et aux troubles du sommeil. En effet, la faible condition physique induite par une faible capacité cardiorespiratoire et fonctionnelle explique grandement la faible QdV et les hauts niveaux de dépression. En outre, les patients atteints d'IR ont une capacité aérobie et d'exercice réduite comparativement aux individus en santé de même âge (Painter et coll., 2002). Par exemple, la consommation maximale d'oxygène des patients en HD se situe en moyenne entre 15 et 21 ml/kg/min, soit plus de deux fois inférieure à celle des personnes physiquement inactives en santé de même âge qui est en moyenne de 35 à 40 ml/kg/min (Padilla et coll., 2008). En ce sens, des relations entre la faible condition physique, l'inactivité physique et de hauts niveaux de dépression ou une faible QdV sont observées chez les patients atteints d'IR en HD (Carney, Wetzel, Hagberg, & Goldberg, 1986; Michels et coll., 2010; Ouzouni et coll., 2009).

### 2.5.3 Inactivité physique et mortalité

Comme rapporté précédemment, l'inactivité physique et la sédentarité sont deux caractéristiques fréquemment observées chez les personnes atteintes d'IR. En effet, au Canada plus d'une personne atteinte d'IR sur deux rapporte ne jamais faire d'activité physique dans la semaine (Stack et coll., 2005; Tentori et coll., 2010). À cela s'ajoute le traitement d'HD qui est caractérisé par une augmentation des comportements sédentaires du fait de la durée du traitement et de sa fréquence dans la semaine. Si la mortalité est d'une part étroitement liée au stade de la MRC (Rassa et coll., 2015), à l'historique du traitement d'HD (Sietsema et coll., 2004; Yazawa et coll., 2016), mais aussi à l'âge avancé (Sietsema et coll., 2004; Yazawa et coll., 2016), l'inactivité physique semble également jouer un rôle important. D'ailleurs, il a été montré que l'inactivité physique est étroitement liée à la mortalité aussi bien chez les patients atteints de MRC aux stades pré-dialytiques (Chen et coll., 2014; Navaneethan, Kirwan, Arrigain, & Schold, 2014; Ricardo et coll., 2013) que ceux atteints d'IR (Lopes et coll., 2014; Matsuzawa et coll., 2012; Stack et coll., 2005; Tentori et coll., 2010). Stack et coll. (2005) ont, par exemple, montré une plus grande mortalité chez les patients atteints d'IR qui rapportent ne jamais faire d'exercice dans la semaine (+ 30 %) comparativement à ceux qui rapportent en faire deux à cinq fois par semaine.

Si l'inactivité physique observée dans cette population peut être expliquée par l'âge avancé ou par la faible condition physique inhérente à la pathologie (Cheema et coll., 2005), d'autres paramètres tels que les craintes associées à l'état de santé et le manque de temps lié aux nombreuses heures occupées par les traitements d'HD peuvent également l'expliquer (Kolko, Lasseur, Labat, Trolonge, & Chauveau, 2014). En ce sens, il est clairement démontré que l'HD constitue un moment idéal pour la pratique d'activité physique, puisque les patients sont présents sur une période de quatre heures et que l'HD offre un environnement sécuritaire. Justement, il a été démontré que l'exercice intradialytique est une solution qui est faisable et favorise une meilleure adhérence que l'exercice réalisé en dehors des traitements d'HD, communément appelé exercice

interdialytique (Konstantinidou, Koukouvou, Kouidi, Deligiannis, & Tourkantonis, 2002; Kouidi et coll., 2004).

## **2.6 L'exercice intradialytique comme stratégie d'intervention**

C'est d'ailleurs dans ce contexte que plusieurs études ont démontré que des programmes d'exercices aérobie intradialytiques de quatre à six mois améliorent l'efficacité du traitement d'HD de 14 % (Giannaki et coll., 2013; Kong, Tattersall, Greenwood, & Farrington, 1999; Parsons, Toffelmire, & King-VanVlack, 2006), la capacité aérobie de 22 % (Neil Smart, 2013), le contrôle de la pression artérielle (Anderson, Boivin, & Hatchett, 2004; Musavian, Soleimani, Masoudi Alavi, Baseri, & Savari, 2015), la QdV (De Lima et coll., 2013; Koh, Fassett, Sharman, Coombes, & Williams, 2010; Musavian et coll., 2015), la qualité du sommeil, la fatigue (Chang et coll., 2010; De Lima et coll., 2013; Giannaki et coll., 2013) et les niveaux de dépression (Giannaki et coll., 2013). De plus, l'ajout de la composante musculaire (exercice mixte) induit de meilleures améliorations de la capacité aérobie (29 % comparativement à 22 % pour l'exercice aérobie seul; Neil Smart, 2013), de l'état psychologique (Kouidi et coll., 2010; Ouzouni et coll., 2009; Simo et coll., 2015) et de la capacité fonctionnelle (Kirkman et coll., 2014). Ce dernier point n'est pas à négliger puisque l'IR chez les patients âgés est associée à la fragilité ainsi qu'à un risque accru de chutes et de complications associées (Johansen, 2007).

Cependant, l'exercice mixte n'a que peu été étudié, encore moins chez une population âgée de plus de 60 ans. À ce titre, sur 47 études recensées dans cet essai et portant sur l'exercice intradialytique, dix-neuf proposaient uniquement de l'exercice aérobie, quatorze contre résistance et dix de l'exercice mixte. De plus, la méta-analyse de Sheng et coll. (2014) rapporte une moyenne d'âge de 58,4 ans avec trois études chez les plus de 60 ans (Cheema et coll., 2007), dont deux chez les plus de 65 ans (Toussaint et coll., 2008; Chen et coll., 2010). À notre connaissance, seulement une étude s'est intéressée à l'effet de l'exercice intradialytique sur une longue période (6 mois) chez les plus de 65 ans (Chen et coll., 2010), mais en utilisant uniquement l'exercice aérobie. Ainsi,

notre étude pilote est la seule qui implante l'entraînement mixte sur une aussi longue période chez des plus de 60 ans.

De plus, aucune étude n'a évalué l'effet de l'exercice mixte sur plusieurs conséquences de l'IR, notamment la capacité fonctionnelle, l'état psychologique et sur les variables liées au traitement d'HD chez les personnes vieillissantes. Or, comme mentionné précédemment, les personnes âgées de 65 ans et plus représentent près de la moitié des patients en HD. De même, la stratégie d'intervention en exercice mixte n'est que peu étudiée dans le domaine, bien que les résultats rapportés semblent prometteurs. D'autre part, bien que certains services d'HD au Canada offrent déjà de l'exercice intradialytique, peu d'établissements l'offrent spécifiquement au Québec. C'est dans ce contexte qu'un programme d'exercice mixte intradialytique de six mois chez des patients âgés de plus de 60 ans a été implanté.



### **TROISIÈME CHAPITRE : PROBLÉMATIQUE**

L'IR et le traitement d'HD sont associés à la fatigue et à une faible condition psychologique et physique (Cheema et coll., 2005). La dépression est l'une des principales composantes de l'IR, et a une incidence directe sur la QdV liée à la santé (Kouidi et coll., 2010; Ugurlu, 2012). De plus, les patients atteints d'IR sont souvent déconditionnés, présentant ainsi une capacité physique et fonctionnelle réduite (Cheema et coll., 2005; Painter, 2005; Tentori et coll., 2010). À cela s'ajoutent l'inactivité physique et l'augmentation des comportements sédentaires inhérents aux traitements d'HD, qui expliquent en partie les taux de mortalité élevés de cette population (Kolko, Lasseur, Labat, Trolonge, & Chauveau, 2014). Ensemble, ces impacts montrent la nécessité de développer des stratégies d'intervention qui permettraient de réduire les temps de sédentarité, d'augmenter la pratique d'activité physique et ainsi favoriser l'amélioration de l'état de santé global de cette population, majoritairement âgée.

#### **3.1 Objectifs de la recherche**

C'est pourquoi les objectifs de cette étude pilote visent plus particulièrement à évaluer (1) la faisabilité de l'exercice intradialytique chez les patients âgés atteints d'IR et (2) les impacts de six mois d'entraînement mixte sur la capacité fonctionnelle, les variables liées à l'état psychologique et au traitement d'HD chez cette population.

#### **3.2 Hypothèses**

Premièrement, on émet l'hypothèse que l'intervention de six mois en exercice mixte intradialytique chez des patients âgés atteints d'IR est faisable, apportant une adhérence supérieure à 80 % et une valence affective importante. De plus, on suppose que l'intervention en exercice mixte permet une amélioration de la capacité fonctionnelle et des composantes liées à l'état psychologique. Enfin, cette stratégie d'intervention permettra d'améliorer plusieurs variables liées au traitement d'HD.

### **3.3 Contribution à l'avancée des connaissances**

Jusqu'à ce jour, la plupart des études dans le domaine se sont concentrées principalement sur l'exercice aérobic intradialytique, basé uniquement sur du pédalage. Peu d'études utilisent une intervention mixte alors qu'elle semble apporter des bénéfices plus optimaux. De plus, comme rapporté précédemment, presque aucune étude ne s'est intéressée aux patients âgés, bien qu'ils représentent près de la moitié des patients atteints d'IR en HD. De ce fait, l'étude pilote proposée ici est innovante, car elle (a) vise à intervenir avec les patients âgés pendant leur traitement d'HD ; (b) propose une intervention mixte ; (c) considère plusieurs variables d'intérêts altérées dans cette population, mais aussi le plaisir ressenti (valence affective) lors des séances d'exercice. Cliniquement, cette étude pilote vise à récolter des données probantes afin d'orienter les professionnels de la santé vers cette stratégie d'intervention. Finalement, dans son ensemble, la synthèse de cette étude pilote résumée dans cet essai constitue un guide exhaustif pour les professionnels de la santé qui souhaitent implanter des programmes d'exercice intradialytique dans leur service.

## **QUATRIÈME CHAPITRE : MÉTHODOLOGIE**

La partie suivante expose les éléments relatifs aux participants de l'étude pilote, aux variables et instruments de mesure utilisés, aux critères d'inclusion et d'exclusion, au programme d'exercice proposé, au matériel utilisé, et enfin aux analyses statistiques effectuées.

### **4.1 Les participants**

Cette étude pilote a été approuvée par le comité d'éthique de la recherche du CIUSSS de l'Estrie – CHUS (N° 2018-2667). Au total, 14 patients atteints d'IR traités par HD et âgés de plus de 60 ans ont été recrutés, représentant 30 % de la population gériatrique de l'unité d'HD. L'échantillonnage est non probabiliste de type convenance, c'est-à-dire basé sur la participation volontaire des patients. Compte tenu de la littérature à ce sujet, un échantillon de 14 patients permettrait l'obtention des résultats préliminaires démontrant la faisabilité et les impacts de l'intervention tant sur le plan scientifique que clinique.

### **4.2 Critères d'inclusion et d'exclusion**

Pour être inclus dans l'étude, les patients devaient (a) être traités en HD au moins trois fois par semaine ; (b) être âgés de 60 ans et plus au moment du début de l'intervention ; (c) être stable en HD, c'est-à-dire traité depuis au moins trois mois ou avoir l'accord médical ; (d) ne pas présenter de contre-indication à la pratique d'exercice; (e) ne pas présenter de trouble cognitif majeur empêchant la compréhension de l'intervention, le contenu des questionnaires et la capacité à donner un consentement libre et éclairé ; et (f) être physiquement inactif.

En ce qui concerne les critères d'exclusion, les patients ne devaient pas avoir (a) subi un infarctus du myocarde, un accident vasculaire ou une embolie pulmonaire dans les six derniers mois ; (b) une HTA non contrôlée, supérieure à 160/90 mm Hg sans usage de médication ; (c) de limitations orthopédiques ; (d) une angine de poitrine instable ou (e) des désordres neurologiques ou cognitifs avec des déficits fonctionnels majeurs.

### **4.3 Variables et instruments de mesure**

#### *4.3.1 Faisabilité, valence affective et taux de rétention*

Comme réalisé précédemment par Henson et coll. (2010), la facilité de recrutement des patients pour l'intervention (n patients ayant accepté/n de patients à qui cela a été proposé) et le taux de rétention dans l'intervention ( $[(n \text{ participants ayant complété l'intervention} / n \text{ participants recrutés initialement}] \times 100$ ) ont été utilisés comme éléments pour évaluer la faisabilité de l'intervention. La mesure de l'affect en lien avec la pratique de l'exercice a également été utilisée lors de chaque séance d'exercice. Pour ce faire, la valence affective de base (plaisir/mécontentement) a été mesurée à l'aide du *Feeling Scale* (Hardy & Rejeski, 1989) à 50 % du temps de chaque composante d'une séance d'exercice (aérobie et résistance). Cette échelle de Likert à 11 points (-5 = très mal, +5 = très bien) comprend un seul item gradué avec lequel les patients évaluent les sentiments ressentis pendant l'exercice à partir de la question suivante : « comment vous sentez-vous actuellement ? » tel que décrit par (Hardy & Rejeski, 1989). Cet instrument a été utilisé de nombreuses fois afin d'évaluer la valence affective pendant l'exercice, démontrant sa validité (Frazao et coll., 2016; Parfitt & Eston, 1995).

#### *4.3.2 Capacité fonctionnelle*

L'endurance et la puissance musculaire des membres inférieurs ont été mesurées par les tests de levée de chaise de 60 secondes (STS-60) et de cinq répétitions (STS-5). Le STS-60 évalue le nombre de cycles assis-debout réalisés en 60 secondes sur une chaise à hauteur standardisée placée de manière sécuritaire contre un mur. Le STS-60 est utilisé

comme un indicateur de l'endurance musculaire des membres inférieurs. Lors de ce test, la personne est appelée à réaliser des répétitions assis-debout sans l'aide de ses bras, autant de fois qu'elle le peut en 60 secondes. Le STS-5 évalue le temps mis pour réaliser cinq répétitions assis-debout selon les mêmes conditions que le STS-60. Cette mesure est utilisée comme un indice de puissance musculaire des membres inférieurs. Durant ce test, le patient doit se lever d'une chaise et s'y rasseoir, et ce cinq fois aussi rapidement que possible sans l'aide des bras. Le temps était rapporté à 0,01 seconde par un chronomètre. La fidélité test-retest de ces tests est excellente, variant de 0,89 à 0,96 (Bohannon, 2006; Tiedemann, Shimada, Sherrington, Murray, & Lord, 2008). Le STS-5 et le STS-60 sont des tests validés dans la population âgée ayant une MRC (Headley et coll., 2002).

La force de préhension a été évaluée à l'aide d'un dynamomètre hydraulique manuel (Lafayette modèle 78010, Lafayette, IN, É.-U.) d'une précision de 0,5 kg en position debout, avec deux essais par mains, en alternance et entrecoupés d'une pause de 10 secondes. Les meilleurs essais de chaque main ont été retenus et additionnés. Un troisième essai était effectué si la différence entre les deux premiers était  $\geq 3$  kg comme mentionné dans le manuel d'utilisation et les recommandations de la Société Canadienne de Physiologie de l'Exercice. Le test de force de préhension a été réalisé à la suite des tests d'endurance et de puissance musculaire. Avant le test, l'évaluateur inspectait la fistule artérioveineuse des patients, cherchant d'éventuels saignements. Si tel était le cas, le test n'était pas réalisé. Ce test est un outil clinique simple d'usage et pertinent, car il est corrélé négativement avec la mortalité chez une population âgée (Newman et coll., 2006).

#### *4.3.3 Variables liées à l'état psychologique : qualité de vie, du sommeil et niveaux de dépression*

La QdV liée à la santé a été évaluée par le questionnaire *Short-Form (36) Health Survey* (SF-36) qui est un questionnaire autoadministré. Il comporte huit dimensions regroupées dans deux composantes: (1) physique (PCS ; comprenant la fonctionnalité physique, les limitations physiques, les douleurs physiques et la santé perçue) et (2) mentale (MCS ; comprenant la vitalité, les activités sociales, la santé mentale et les

limitations émotionnelles). Cet outil comporte 12 questions pour un score maximal de 100. Plus les scores PCS et MCS sont élevés, meilleure est la QdV liée à la santé. Cet outil est fidèle et valide chez une population âgée francophone en hospitalisation (Dauphinee, Gauthier, Gandek, Magnan, & Pierre, 1997) et fréquemment utilisé dans les études évaluant l'exercice intradialytique.

De plus, la qualité du sommeil a été évaluée par l'index de qualité du sommeil de Pittsburgh (IQSP) qui est un questionnaire autoadministré contenant 10 questions. Le score maximal est 21 et indique une qualité du sommeil très altérée. L'IQSP montre une corrélation de 0,67 avec l'index de sévérité de l'insomnie (Buysse, Reynolds, Monk, Berman, & Kupfer, 1989; Buysse et coll., 1991), démontrant ainsi sa validité.

Enfin, les niveaux de dépression ont été évalués par l'inventaire abrégé de dépression de Beck (BDI) qui est un questionnaire autoadministré comprenant 13 questions. Chacune d'elle possède quatre réponses possibles variant selon leur intensité pour un score maximal de 39. Plus le score final est élevé, plus le niveau de dépression est sévère. Bien qu'il ne s'agit pas d'un outil diagnostique, le BDI est fréquemment utilisé dans les études d'intervention impliquant l'exercice intradialytique et dispose d'une bonne fidélité test-retest de 0,85 (Bourque, Blanchard, & Vézina, 1990).

#### *4.3.4 Variables liées au traitement d'hémodialyse*

À la suite de l'obtention du consentement des patients, les données évaluant l'efficacité du traitement d'HD ( $Kt/V$ <sup>8</sup>, pourcentage de réduction de l'urée ; PRU<sup>9</sup>) ainsi que les concentrations plasmatiques en créatinine, urée, albumine, potassium et de phosphore ont été extraites du dossier médical. Le  $Kt/V$  est un indicateur d'épuration de l'urée par le dialyseur, donc de l'efficacité du traitement d'HD dont la cible clinique minimale traduisant d'un bon traitement d'HD est fixée à 1,2 (Vanholder, Glorieux, & Eloot, 2015). Toutes ces variables étaient collectées mensuellement et mesurées grâce à un

---

<sup>8</sup>  $Kt/V$  où K représente la clairance de l'urée du filtre (ml/min) ; t représente le temps de traitement (min) et V le volume de distribution de l'urée (L) ; Il est rapporté sans unité.

<sup>9</sup>  $PRU = ([\text{Urée}_{\text{post-HD}} - \text{Urée}_{\text{pré-HD}}] / \text{Urée}_{\text{pré-HD}}) \times 100$

échantillon sanguin prélevé par le personnel infirmier. La pression artérielle et la fréquence cardiaque ont été mesurées au repos et à l'effort dans la position utilisée pour le traitement d'HD pendant chacune des séances d'exercice à l'aide du cardiofréquencemètre et du sphygmomanomètre tous deux liés au dialyseur (Gambro Artis/Baxter, Mississauga, ON, Canada). Le constructeur Gambros Artis a été contacté afin de connaître la fidélité de la mesure de la pression artérielle (erreur moyenne :  $\pm 5$  mm Hg ; écart type : 8 mm Hg) et de la fréquence cardiaque (erreur moyenne :  $\pm 2$  % soit  $\pm 3$  bpm).

#### *4.3.5 Variable de contrôle : la pratique d'activité physique en dehors de l'intervention*

Afin de valider l'effet de l'exercice mixte intradialytique, le niveau d'activité physique réalisé à l'extérieur de l'intervention a été contrôlé par le questionnaire *Physical Activity Scale for the Elderly* (PASE). Il permet entre autres d'estimer les habitudes d'activité physique des sept derniers jours à l'aide de dix questions (Schuit, Schouten, Westerterp, & Saris, 1997). Il quantifie la fréquence et le temps accordé aux activités physiques de loisirs, d'entretien et de travail. Un score représentant le niveau d'activité physique peut alors être calculé en multipliant (a) le nombre d'heures par semaine à pratiquer des activités physiques par (b) le poids attribué à la question. Le score maximal théorique de 793 indique un important niveau de pratique d'activité physique. Ce questionnaire est valide dans une population de personnes âgées (Washburn & Ficker, 1999; Washburn, McAuley, Katula, Mihalko, & Boileau, 1999; Washburn, Smith, Jette, & Janney, 1993).

#### *4.3.6 Intervention : programme d'entraînement*

Le programme d'exercice mixte de six mois consistait en trois séances d'entraînement supervisées par semaine dans les trois premières heures du traitement d'HD comme recommandé par l'*American College of Sport Medicine* (ACSM, 2013) afin d'éviter les épisodes hypotensifs. Elles débutaient par une portion d'exercice aérobie progressif de 30 minutes à une intensité de 13-14/20 sur l'échelle de perception de l'effort (ÉPE) de

Borg. L'ÉPE était utilisée pour quantifier l'intensité de l'exercice comme recommandé par l'ACSM et comme c'est le cas dans la grande majorité des études en exercice intradialytique (ACSM, 2013). En effet, la fréquence cardiaque n'est pas utilisée chez cette population, car bien souvent atténuée et n'excédant pas 75 % de la fréquence cardiaque maximale théorique (ACSM, 2013). L'exercice aérobie était réalisé avec un pédalier (Monark, modèle 881<sup>E</sup>, Vansbro, Suède) placé selon la position des patients, assis ou semi-incliné dans un lit (voir le document vidéo USherbrookeTV, 2019).

Suivant l'exercice aérobie, quatre exercices contre résistance étaient réalisés pour une durée d'environ 30 minutes. Ces exercices visaient le renforcement des grands groupes musculaires des membres inférieurs. Ils étaient réalisés à l'aide de bandes élastiques (*Therabands*, Akron, OH, É.-U.) et des poids lestés ajustables de 1 à 5 lb (Énergie cardio, Blainville, QC, Canada). Pour chaque exercice, le nombre de répétitions était compris entre 15 et 20 à raison de deux séries. Les patients devaient atteindre une intensité modérée à élevée (15-17/20 sur l'ÉPE de Borg).

Les quatre premières semaines du programme d'exercice ont servi à l'initiation à l'entraînement et entre autres, à atteindre progressivement l'intensité et la durée prescrite. Les membres supérieurs n'étaient jamais utilisés pour des raisons de sécurité en lien avec les accès vasculaires utilisés pour le traitement d'HD (fistule artériovineuse sur le bras ou cathéter sous-claviculaire). La fréquence cardiaque et la pression artérielle étaient monitorées (cardiofréquencemètre lié au dialyseur) à 25 et 75 % de la durée de la composante aérobie et contre résistance afin de s'assurer d'une réponse normale à l'exercice. En présence d'une fistule artériovineuse, la pression artérielle était mesurée sur le bras opposé comme recommandé par l'ACSM (ACSM, 2013).

L'ÉPE de Borg était utilisée pour évaluer l'intensité perçue par les patients pendant l'exercice. Ces derniers devaient choisir un point, de 6 à 20, qui reflétait le mieux la difficulté physique de l'exercice à l'aide des indicateurs verbaux associés à chaque chiffre de l'échelle. Les patients ont reçu l'information nécessaire quant à son utilisation, telle que décrite dans les recommandations de l'ACSM (ACSM, 2006), et ont eu le temps



nécessaire pour se familiariser avec l'outil lors des premières séances d'exercice. L'ÉPE de Borg est fréquemment utilisée dans les études d'intervention impliquant l'exercice.

#### 4.4 Déroutement de l'étude

Les patients ont été informés de l'implantation d'une étude pilote concernant l'exercice environ cinq mois avant le début de l'intervention. Lors de cette rencontre, leur volonté de participer ou non a été sondée. Par la suite, un mois avant le début de l'intervention, une liste de plusieurs patients qui avaient mentionné leur intérêt et qui respectaient les critères d'inclusion et d'exclusion (*se rapporter à la section 4.2*) a été établie avec l'aide des néphrologues. Enfin, deux semaines avant le début de l'intervention, ces patients ont été approchés pendant leur traitement d'HD. Lors de cette rencontre, une présentation de l'intervention a été réalisée (objectifs, durée, implications, etc.) et le formulaire d'information et de consentement était distribué.

Lors de la visite pré-intervention, l'intervention a été réexpliquée aux patients qui ont ensuite signé le formulaire d'information et de consentement. À la suite de la signature, les données à collecter dans le dossier médical ont été extraites : l'historique médical, l'anthropométrie, les données liées à l'efficacité du traitement d'HD et les dernières concentrations plasmatiques d'urée, de potassium, de créatinine, d'albumine, et de phosphore.

Trois sessions d'évaluation (pré-intervention ou T0, à trois mois ou T1 et post-intervention ou T2 à six mois) intégrées aux visites prévues pour les traitements d'HD des patients ont été réalisées. Chaque session d'évaluation comprenait deux visites par semaine. La première visite comprenait les évaluations de la capacité fonctionnelle (tests de levée de chaise et de force de préhension) une trentaine de minutes avant le traitement d'HD. La seconde visite comprenait quant à elle les questionnaires (SF-36, IQSP, BDI et PASE) pendant le traitement d'HD. Les deux autres sessions d'évaluation (T1 et T2) ont été réalisées dans les mêmes conditions. Seuls les résultats pré- et post-intervention sont

présentés dans cet essai. Les résultats de T1 permettaient simplement d'avoir un suivi afin d'ajuster et de s'assurer de la sécurité de l'intervention.

À la fin de l'intervention, un questionnaire de satisfaction concernant l'intervention a été distribué aux patients. Le contenu de ce dernier est présenté dans l'ANNEXE 7.

#### 4.5 Analyses statistiques

Afin de répondre aux objectifs précédemment définis, les données ont été analysées par protocole. Les résultats ont été analysés à l'aide du logiciel SPSS (version 23 ; Chicago, IL). La normalité des données a été vérifiée avec des tests de Shapiro-Wilk, la faisabilité de l'intervention a été interprétée selon le calcul du taux de complétion (fixé à 80 % dans cette étude pilote). La facilité de recrutement a été évaluée selon le rapport entre le nombre de patients ayant accepté et ceux à qui l'intervention a été proposée (Henson et coll., 2010). L'effet de l'intervention, c'est-à-dire les comparaisons pré- et post-intervention, a été évalué grâce à des tests des rangs signés de Wilcoxon dans le cas de données non paramétriques et avec des tests t pour échantillons appariés dans le cas de données paramétriques. Les analyses secondaires par sexes ont été réalisées par des tests t pour échantillons indépendant dans le cas de données paramétriques et le test U de Mann-Whitney pour les données non paramétriques. Le Tau-b de Kendall a été utilisé pour déterminer les associations bilatérales entre les variables (corrélations bilatérales). Les effets de taille ont été déterminés par l'êta-carré partiel ( $\eta^2 = \frac{t^2}{t^2 + N - 1}$ ) pour les données paramétriques et par l'équivalent de r ( $r_{\text{équivalent}} = \frac{Z}{\sqrt{N}}$ ) où  $N = n_1 + n_2$  pour les données non paramétriques. Enfin, étant donné la nature exploratoire de l'étude, aucun calcul de puissance statistique n'a été réalisé. La signification statistique a été fixée à  $P \leq 0,05$ . Étant donné le nombre restreint de participants, les données sont présentées selon la médiane  $\pm$  l'écart interquartile.

## **CINQUIÈME CHAPITRE : RETOMBÉES**

Ce chapitre sera l'occasion de rapporter les retombées de l'intervention, incluant à la fois les résultats et la discussion dans la même partie. Elle permettra notamment d'expliquer les résultats et de les mettre en lien avec les données probantes de la littérature scientifique dans le domaine. Enfin, les forces et les limites de cette étude pilote ainsi que les futures pistes à étudier seront abordées.

### **5.1 Caractéristiques de l'échantillon**

Les caractéristiques de l'échantillon sont présentées dans l'ANNEXE 4. L'âge médian est de  $71,0 \pm 13,0$  ans, en HD depuis  $45,0 \pm 62,3$  mois. L'échantillon se compose de 6 hommes et 8 femmes. À ce titre, les femmes ont un Kt/V, un PRU et des concentrations de potassium significativement plus élevés que les hommes (tous les  $P \leq 0,05$ ). La néphropathie diabétique est l'étiologie la plus présente sur l'ensemble de l'échantillon. L'HTA et le DT2 constituent, quant à eux, les deux principales comorbidités. Aucune différence significative n'est observée entre les sexes pour le reste des variables.

### **5.2 Faisabilité, valence affective et taux de rétention**

L'intervention a été proposée à 22 patients. Parmi eux, trois ont décliné et dix-neuf ont accepté de participer, pour une facilité de recrutement de 86 %. Par la suite, un total de 14 patients âgés de 62 à 90 ans a commencé l'intervention (5 n'ont pas débuté l'intervention : 3 à cause de complications médicales, 1 dû à un changement de mode de traitement et 1 a finalement décidé de ne pas s'engager dans le projet, déclarant faire déjà suffisamment d'activités en dehors du traitement). Finalement, 10 patients, dont cinq femmes ont complété les six mois d'intervention (3x/semaine) soit 71 % de l'échantillon qui a débuté. Au cours des six mois d'intervention, quatre patients ont donc arrêté l'intervention : deux à la suite d'une détérioration de leur état de santé et deux sont décédés (non lié à l'exercice). Cette mortalité expérimentale est similaire à celle observée dans la

littérature. L'ensemble de ces informations est rapporté dans le diagramme des flux en ANNEXE 5.

Les 10 patients qui ont complété les six mois d'intervention ont effectué  $94 \pm 16,3$  % des séances proposées. Ils ont pédalé  $29,6 \pm 6,7$  minutes (mois 1 :  $15,9 \pm 5,8$  min ; mois 3 :  $30,0 \pm 4,3$  min et mois 6 :  $30,1 \pm 0,7$  min) et complété  $95 \pm 5,5$  % des séances (pédalage et renforcement musculaire). Ils ont rapporté une valence affective médiane de  $2,94 \pm 0,85$  (unité arbitraire allant de -5 à +5 ; équivalent de « je me sens bien ») qui est restée stable au cours des six mois (résultat non présenté). Bien que non significative sur le plan statistique, les patients rapportent une valence affective médiane légèrement plus haute pendant le pédalage comparativement au renforcement musculaire ( $3,00 \pm 0,74$  vs  $2,87 \pm 0,96$  unité arbitraire allant de -5 à +5 ;  $P = 0,283$ ). Aucun événement majeur lié à l'exercice n'a été rapporté au cours de six mois et les 10 patients souhaitent tous continuer l'exercice à la fin de l'intervention. À ce sujet, lors du questionnaire de satisfaction les 10 patients déclarent qu'ils accepteraient de participer de nouveau à une telle étude et recommandent à d'autres patients de faire de l'exercice pendant leur traitement.

### 5.3 Capacité fonctionnelle

Après six mois d'intervention, on observe une amélioration significative du temps médian mis pour réaliser le STS-5 ( $15,24 \pm 9,70$  vs  $8,98 \pm 3,17$  secondes ;  $P = 0,009$  ; *Figure 8A*). Le nombre de répétitions médian au STS-60 a également augmenté de manière significative ( $12,0 \pm 7,75$  vs  $15,0 \pm 7,50$  répétitions ;  $P = 0,005$  ; *Figure 8B*). Cela correspond à des effets de grande taille ( $\eta^2 = 0,60$  et  $r_{\text{équivalent}} = 0,89$  respectivement). Ces résultats démontrent une amélioration significative de la puissance et de l'endurance musculaire des membres inférieurs également rapportés dans la littérature (Anding et coll., 2015; Koufaki, Mercer, & Naish, 2002), mais qui, à ce jour, n'avait pas été étudiées chez des patients aussi âgés. Ces résultats sont cliniquement pertinents puisque se lever d'une chaise constitue une des principales actions de la vie quotidienne des personnes âgées. D'ailleurs, il est à noter qu'un patient qui ne se levait pas au STS-60 aux évaluations pré-s'est levé à deux reprises aux évaluations post-intervention (*Figure 8B*).

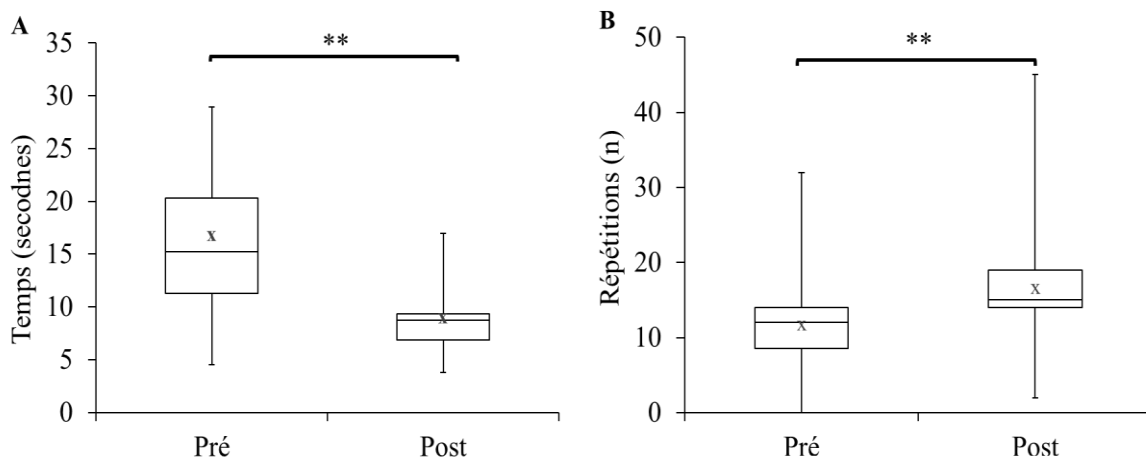


Figure 8. Variation pré-post-intervention du STS-5 (A) et STS-60 (B).

Du bas vers le haut : minimum, 1<sup>er</sup> quartile, médiane, 3<sup>e</sup> quartile, maximum. Le x représente la moyenne.

\*\*  $P \leq 0,01$  différence entre pré- et post-intervention.

La force de préhension, quant à elle, est restée stable ( $24,50 \pm 27,75$  vs  $25,00 \pm 26,00$  kg ;  $P = \text{NS}$  ; résultats non présentés) puisque seulement les membres inférieurs étaient inclus dans l'entraînement. Cependant, il est intéressant de noter une corrélation positive entre la force de préhension et le STS-60 ( $r = 0,612$  ;  $P = 0,017$ ) et une corrélation négative avec le BDI ( $r = -0,706$  ;  $P = 0,01$ ) avant le début de l'intervention. Autrement dit, les participants qui ont la meilleure force de préhension au début de l'intervention sont également ceux qui ont la meilleure performance au test de lever de chaise et qui présentent moins de symptômes dépressifs. Cela renforce l'idée selon laquelle la force de préhension constitue un indicateur pertinent de l'état fonctionnel général, mais aussi et surtout la pertinence de son usage clinique auprès des populations atteintes de maladies chroniques.

#### 5.4 Variables liées à l'état psychologique : qualité de vie, du sommeil et niveaux de dépression

Les données ayant trait à la QdV liée à la santé sont rapportées dans le Tableau 3. Premièrement, comme observé par Lowrie, Curtin, LePain, & Schatell (2003), les scores pré-intervention de PCS et MCS sont inférieurs à ceux obtenus chez une population de

même âge en santé (50 % des patients ont des scores de PCS et MCS inférieurs à 36,3 et 52,5 respectivement). De plus, si le score pré-intervention de la MCS est comparable à ceux rapportés précédemment en HD, le score de la PCS est, quant à lui, plus élevé par rapport à ce qui est observé en HD dans la littérature (Lowrie, Curtin, LePain, & Schatell., 2003). Cela peut s'expliquer par le fait que l'échantillonnage est de type convenance et que les participants étaient volontaires et non sélectionnés aléatoirement. Ainsi, il est possible que les participants qui ont accepté participer ont une meilleure condition de santé en pré-intervention que la moyenne des patients aux mêmes caractéristiques.

À la suite de l'intervention de six mois, le score médian de QdV liée à la santé n'a pas augmenté de manière significative ( $P = 0,173$ ). En revanche, si le score médian de la PCS est resté stable, celui de la MCS s'est significativement amélioré passant de  $52,5 \pm 19,0$  à  $59,1 \pm 5,5$  ( $P = 0,03$ ). Cela correspond à un effet de grande taille ( $\eta^2 = 0,46$ ). Premièrement, il est intéressant de noter que ces résultats divergent de ceux observés dans la littérature. En effet, plusieurs auteurs rapportent des améliorations de la PCS (Chen et coll., 2010; Song & Sohng, 2012) alors qu'à notre connaissance seulement Oh-Park et coll. (2002) et Song & Sohng, (2012) rapportent une amélioration de la MCS. Le fait que le score de la PCS pré-intervention était relativement élevé comparativement à ce qui est observé dans la littérature (Lowrie, Curtin, LePain, & Schatell., 2003) peut expliquer l'absence d'amélioration. De plus, l'âge avancé des patients peut expliquer ces résultats. En effet, il se peut que la perception de leur état de santé physique soit influencée non seulement par leur condition de santé liée à l'IR et au traitement d'HD, mais aussi par la perte d'autonomie associée au vieillissement. De manière intéressante, on observe une amélioration de la médiane de 7 points (soit de 9 points pour la moyenne) au score de la MCS, qui est très importante d'un point de vue clinique. En effet, Lowrie, Curtin, LePain, & Schatell (2003) observent, pour un score stable de la PCS, une réduction de 2 % du risque de mortalité et de 1 % du risque d'hospitalisation pour chaque augmentation d'un point au score de la MCS. Kalantar-Zadeh, Kopple, Block, & Humphreys (2001) observent eux aussi un lien important entre la MCS et le risque de mortalité, et rapportent que parmi les deux composantes et les huit dimensions du SF-36, celle concernant la santé mentale prédit le plus le risque de mortalité.

Concernant les dimensions du SF-36, on observe une tendance dans la composante fonctionnalité physique qui semble avoir légèrement diminué contre toute attente ( $70,0 \pm 16,7$  vs  $65,0 \pm 35,0$  ;  $P = 0,07$ ). À ce titre, après trois mois d'intervention cette composante est demeurée stable ( $70,0 \pm 23,3$  ;  $P = 0,545$ ). Lors de la passation du questionnaire après six mois d'intervention plusieurs patients ont rapporté souffrir de la chaleur importante présente au Québec entre juillet et août 2018. De plus, il est à noter que Koh et coll. (2010) et Musavian et coll. (2015) observent eux aussi une diminution significative de cette composante après six et huit mois d'intervention. Ce résultat vient soutenir le point apporté précédemment pour expliquer le manque d'amélioration de la PCS. Enfin, si aucune amélioration significative n'est observée après six mois pour la composante liée aux changements de l'état de santé, les analyses montrent une tendance significative après trois mois (+33,3 %) passant de  $60,0 \pm 20,0$  à  $80,0 \pm 40,0$  ( $P = 0,06$ ). Justement, après trois mois d'intervention en exercice mixte, Van Vilsteren, de Greef, & Huisman (2005) ont eux aussi rapporté des résultats similaires (+34,2 %). Cela démontre que les patients perçoivent une plus grande amélioration dans les premiers mois, comparativement au reste de l'intervention. Enfin, on observe également une corrélation négative entre la QdV liée à la santé et le BDI ( $r = -0,704$  ;  $P = 0,009$ ) et la qualité du sommeil ( $r = -0,609$  ;  $P = 0,026$ ) avant l'intervention. Autrement dit, les patients qui ont des scores de QdV plus élevés au début de l'intervention sont également ceux qui présentent moins de symptômes dépressifs et une meilleure qualité du sommeil. Cela démontre la complexité et l'interrelation des conséquences cliniques de l'IR, précédemment mentionnées dans le Tableau 2.

Tableau 3. Variation pré- et post-intervention du score de qualité de vie perçue liée à la santé.

	Pré	Post	Valeur de <i>p</i>
SF-36	100,3 ± 31,0	104,2 ± 17,9	0,173
PCS	36,3 ± 17,2	42,2 ± 12,3	0,721
Fonctionnalité physique	70,0 ± 16,7	65,0 ± 35,0	0,07
Limitations physiques	100,0 ± 50,0	100,0 ± 25,0	0,683
Douleurs	81,8 ± 45,5	67,0 ± 22,0	0,849
Santé perçue	72,0 ± 28,0	42,0 ± 20,0	0,514
MCS*	52,5 ± 19,0	59,1 ± 5,5	0,03
Vitalité	62,5 ± 12,5	75,0 ± 5,0	0,109
Activités sociales	81,8 ± 27,3	100,0 ± 22,0	0,172
Santé mentale	83,3 ± 23,3	84,0 ± 4,0	0,157
Limitations émotionnelles	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0	0,157
Changement de l'état de santé	60,0 ± 20,0	75,0 ± 50,0	0,152

Les valeurs sont présentées selon la médiane ± l'écart interquartile. \*  $P \leq 0,05$  différence entre pré- et post-intervention.

Le Tableau 4 rapporte justement les données liées au niveau de dépression et à la qualité du sommeil. À ce titre, à la suite de six mois d'intervention, le score médian au BDI a significativement diminué passant de  $5,0 \pm 6,5$  à  $3,0 \pm 6,0$  ( $P = 0,04$  ; effet de grande taille :  $\eta^2 = 0,43$ ). On observe notamment une transition de la catégorie « dépression légère » à « pas de dépression » pour deux patients comme rapporté précédemment dans la littérature (Kouidi et coll., 2010; Simo et coll., 2015). Le score médian à l'IQSP a, quant à lui, significativement diminué passant de  $9,0 \pm 4,0$  à  $4,0 \pm 6,0$  ( $P = 0,003$  ; effet de grande taille :  $\eta^2 = 0,69$ ). Encore une fois, une corrélation positive est observée avant l'intervention entre la qualité du sommeil et le STS-5 ( $r = 0,741$  ;  $P = 0,012$ ). Autrement dit, les patients



qui ont une meilleure qualité de sommeil au début de l'intervention sont également ceux qui performant le mieux au test de lever de chaise. Outre l'interrelation entre les conséquences cliniques de l'IR, cette relation démontre l'importance de prendre en compte les aspects psychologiques dans l'évaluation de la capacité fonctionnelle des patients atteints d'IR, d'autant plus chez les patients âgés.

Tableau 4. Variation pré- et post-intervention du score de qualité du sommeil et de dépression.

	Pré	Post	Valeur de <i>p</i>
IQSP**	9,0 ± 4,0	4,0 ± 6,0	0,003
BDI*	5,0 ± 6,5	3,0 ± 6,0	0,04
Pas de dépression	4	6	
Légère	3	1	
Modérée	2	2	
Sévère	0	0	

Les valeurs sont présentées selon la médiane ± l'écart interquartile. \*  $P \leq 0,05$  et \*\*  $P \leq 0,01$  différence entre pré- et post-intervention.

## 5.5 Variables liées au traitement d'hémodialyse

Les variations des variables liées au traitement d'HD sont présentées dans l'ANNEXE 6. Premièrement, comme rapporté précédemment et dans la littérature, une différence significative s'observe concernant le Kt/V et le PRU entre les femmes et les hommes ( $P = 0,016$  et  $P = 0,038$  respectivement), si bien que ces derniers présentent des valeurs significativement plus basses. Ces différences ont préalablement été rapportées dans la littérature (Hecking et coll., 2014; Ramirez et coll., 2012).

À la suite de l'intervention de six mois, une tendance s'observe dans le Kt/V médian non ajusté pour le sexe ( $1,50 \pm 0,52$  à  $1,75 \pm 1,08$  ;  $P = 0,05$ ). Plusieurs études ont déjà rapporté des améliorations de l'efficacité du traitement d'HD lors de l'exercice intradialytique (Giannaki et coll., 2013; Parsons et coll., 2006) alors que d'autres non (Oliveros et coll., 2011). D'ailleurs, les mécanismes sous-jacents restent encore indéterminés. Cependant, il est clairement établi que l'urée est principalement stockée dans la masse musculaire (Schneditz & Daugirdas, 1994; Schneditz, Van, & Daugirdas, 1993). L'hypothèse souvent rapportée stipule que l'exercice, notamment aérobie, favorise la vasodilatation et une redistribution sanguine au niveau des grands groupes musculaires actifs afin d'apporter l'oxygène et les nutriments nécessaires à la réalisation de l'exercice. En contrepartie, cet apport de sang favoriserait les échanges, notamment d'urée, du compartiment intracellulaire vers le compartiment vasculaire et donc une meilleure élimination par le dialyseur (Giannaki et coll., 2011). Or, jusqu'à présent, bien qu'il soit clairement établi qu'il existe une différence entre les femmes et les hommes au niveau de l'efficacité du traitement d'HD, aucune étude ne s'est intéressée à l'impact du sexe sur cette variable lors de l'exercice intradialytique. Ce point pourrait entre autres expliquer pourquoi certaines études n'observent aucun effet significatif sur cette variable, notamment si leur échantillon est composé majoritairement d'hommes. D'ailleurs, il est important de rappeler l'importance clinique de ces résultats. En effet, Port et coll. (2004) ont rapporté que le risque de mortalité est significativement réduit pour les individus ayant un PRU compris entre 70 et 75 % comparativement à ceux ayant un PRU entre 65 et 70 %. Fait intéressant, ils observent, eux aussi, une diminution de ce risque de mortalité nettement plus important chez les femmes comparativement aux hommes.

Ainsi, les analyses secondaires par sexe montrent notamment que le Kt/V et le PRU des hommes sont restés stables ( $P = 0,798$  et  $P = 0,6$  respectivement) alors que ceux des femmes ont significativement augmenté ( $P = 0,001$  et  $P = 0,0001$  respectivement). On note des effets de grande taille pour le Kt/V et le PRU des femmes ( $\eta^2 = 0,96$  et  $0,98$  respectivement). La masse musculaire, plus importante chez les hommes comparativement aux femmes, pourrait expliquer cette différence. En effet, le V du Kt/V représente le volume de distribution de l'urée (c.-à-d. l'eau corporelle totale), qui est étroitement lié avec

la masse musculaire et donc la masse corporelle. Ainsi, une personne ayant une plus grande masse corporelle a donc un plus grand volume de distribution de l'urée. Cette même personne a donc besoin d'un temps de traitement plus long pour parvenir à une efficacité de traitement d'HD similaire à une personne ayant une masse corporelle plus petite. Ces liens sont présentés dans les travaux de Lowrie, Chertow, Lew, Lazarus, & Owen (1999). En acceptant l'hypothèse précédemment mentionnée expliquant le lien entre l'exercice et l'amélioration du Kt/V, il est alors possible de penser qu'une durée d'exercice aérobie plus importante soit nécessaire aux hommes pour augmenter l'efficacité du traitement d'HD pendant l'exercice intradialytique. Cependant, il faut être prudent concernant l'interprétation de ces résultats. Premièrement, la taille de l'échantillon ayant complété l'exercice est assez limitée ( $n = 10$  dont 5 femmes et 5 hommes). De plus, le devis expérimental utilisé dans cette étude pilote n'est pas le plus optimal pour vérifier cette hypothèse. Un devis chassé-croisé avec deux conditions (HD contrôlée sans exercice et HD contrôlée avec exercice) aurait été plus adéquat. D'autres études se doivent toutefois de se pencher sur cette question qui semble très pertinente tant sur le plan clinique que scientifique.

Enfin, une augmentation significative des concentrations plasmatiques de créatinine s'observe chez les hommes ( $P = 0,008$ ), mais pas chez les femmes ( $P = 0,8$ ). Ce résultat est surprenant d'autant plus qu'il n'y a aucune différence entre les femmes et les hommes sur cette variable avant le début de l'intervention. Là encore, la masse musculaire (Baxmann et coll., 2008) et l'alimentation (Walser, 1987) peuvent expliquer ces résultats. En effet, en moyenne les hommes ont une masse musculaire supérieure à celles des femmes. Il est démontré qu'il existe une relation positive entre la masse musculaire et les concentrations plasmatiques de créatinine (Baxmann et coll., 2008), si bien que les hommes ont généralement des valeurs supérieures. De plus, il est également démontré que les individus qui consomment plus de viande ont des concentrations plasmatiques de créatinine plus élevées (Walser, 1987). Il se pourrait donc qu'un changement dans les habitudes alimentaires des hommes puisse expliquer ce résultat, d'autant plus que les apports alimentaires n'étaient pas contrôlés dans cette étude pilote. Contrairement à d'autres études (Anderson et coll., 2004; Ouzouni et coll., 2009), aucun bénéfice n'est observé sur la

pression artérielle de repos pour le groupe après six mois d'intervention. À ce sujet, la littérature n'est pas unanime et de nombreuses autres études n'ont rapporté aucun changement de cette variable (Koh et coll., 2010; Petraki, Kouidi, Grekas, & Deligiannis, 2008; Wilund et coll., 2010). Toutefois, une diminution significative de la PAD s'observe chez les hommes ( $P= 0,017$ ), mais non chez les femmes ( $P= 0,5$ ). Ce résultat est assez surprenant, d'autant plus que les hommes n'ont pas une PAD médiane plus élevée que les femmes au début de l'intervention ( $P= 0,963$ ). À ce titre, il est à noter qu'une diminution isolée de la PAD (c.-à-d. sans diminution concomitante de la PAS) est associée à la rigidité artérielle et donc à un risque cardiovasculaire augmenté chez les patients atteints d'IR (Blacher, Guerin, Pannier, Marchais, & London, 2001). Justement, Toussaint et coll. (2008) ont déjà rapporté des diminutions significatives de la rigidité artérielle après un programme d'entraînement intradialytique aérobie de 3 mois. Or, dans l'échantillon, le groupe des femmes présente moins de complications cardiovasculaires que le groupe des hommes (67 % prennent des  $\beta$ -bloquants et 50 % présentent une MCV). Ainsi, une modification dans le traitement pharmacologique pourrait expliquer ce résultat chez les hommes, d'autant plus que la diminution de la PAD s'observe spécifiquement chez deux patients ciblés.

## **5.6 Variable de contrôle : la pratique d'activité physique en dehors de l'intervention**

Comme un des objectifs était d'évaluer les impacts de l'entraînement mixte intradialytique, la pratique d'activité physique en dehors de l'intervention a été estimée. Aucun changement significatif n'est observé ( $65,0 \pm 55,5$  vs  $90,0 \pm 71$  ;  $P= 0,177$ ). Cette légère variation non significative de la médiane peut être due à l'effet des saisons, car les premières évaluations ont eu lieu en janvier et les dernières en août. Il est également possible d'imaginer que cette légère augmentation est le fruit d'une meilleure capacité physique des participants à la suite de l'intervention.

## 5.7 Forces et limites de l'étude

Cette étude pilote contient plusieurs limites. En effet, le devis de recherche n'inclut pas de groupe témoin passif (traitement d'HD classique avec traitement usuel), ce qui aurait permis d'assoir davantage les impacts de l'intervention. De plus, la taille de l'échantillon, relativement petite, laisse place à une grande hétérogénéité entre les patients qui peut influencer grandement plusieurs variables d'intérêts utilisées dans cette étude pilote. De même, le recrutement des patients a été effectué selon leur volonté, et ce sans attribution aléatoire. Il se peut que les patients qui ont accepté de participer soient ceux qui ont une meilleure condition de santé pré-intervention, et ne soient pas représentatifs de la population générale âgée atteinte d'IR en HD. Cela pourrait représenter un biais de sélection et, de surcroît, expliquer le manque d'effet sur certaines variables d'intérêts étudiées. Justement, concernant ces dernières, la QdV liée à la santé aurait pu être étudiée grâce à des questionnaires spécifiquement développés et validés pour la population atteinte d'IR traitée par HD. En effet, parmi ceux développés, le *Kidney Disease Quality of Life Instrument* est disponible en français. En fait, il se base sur le SF-36, comprenant la PCS et la MCS, auxquelles s'ajoutent un module complémentaire spécifique au traitement d'HD et une dimension relative à la satisfaction du patient sur sa prise en charge. De même, la fatigue aurait pu être étudiée, car très présente dans cette population, comme cela a été rapporté par plusieurs patients lors de l'intervention. Ces données auraient été très pertinentes dans le contexte de cette étude pilote. Enfin, le contrôle de l'intensité de l'exercice par l'ÉPE de Borg est très influencé par ce qui est autodéclaré par les patients. En effet, l'intensité était ajustée selon les données subjectives des patients et non pas par des données objectives telles que la fréquence cardiaque comme c'est le cas dans les interventions en exercice. Cette dernière ne peut être utilisée chez les patients atteints d'IR, puisque selon l'ACSM (2013), elle ne peut dépasser 75 % de la fréquence cardiaque maximale théorique, notamment à cause des neuropathies, de l'usage de bêtabloquants ou de stimulateurs cardiaques notamment. Il est alors possible que certains aient rapporté une perception d'effort élevée due à une faible force des membres inférieurs ou alors par simple crainte d'une augmentation de l'intensité par le kinésiologue en cas d'une perception d'effort inférieure aux seuils prescrits.

Malgré ces limites, plusieurs points forts sont à retenir. Premièrement, à notre connaissance, cette étude pilote est la première à implanter l'exercice mixte intradialytique sur une aussi longue période chez des patients âgés. De plus, cette étude pilote offre un regard assez complet puisqu'elle évalue les impacts de l'intervention sur plusieurs variables d'intérêts pertinentes dans cette population, telles que la capacité fonctionnelle, les variables liées à l'état psychologique et au traitement d'HD. D'ailleurs, concernant les instruments de mesure, ceux utilisés sont validés, fidèles et reconnus dans la littérature scientifique, ce qui appuie les résultats obtenus. De plus, les hauts taux de participation et de valence affective rapportés par les patients démontrent la pertinence et la faisabilité de l'exercice intradialytique. Le devis qui incluait des évaluations mi-intervention, c'est-à-dire après trois mois d'intervention, a permis de vérifier le bien-fondé de l'intervention, d'ajuster cette dernière en fonction des résultats obtenus, mais aussi, et surtout de garder une certaine motivation chez les patients qui y voyaient des objectifs à atteindre, sans toutefois que les résultats ne leur soient communiqués afin de ne pas induire un biais. Enfin, cette étude pilote a eu une importance clinique significative puisque (1) les résultats ont permis d'implanter à long terme une offre d'exercice intradialytique par un kinésologue et (2) d'asseoir davantage la pertinence de ce dernier dans le milieu hospitalier, notamment auprès des personnes en situation de maladie chronique.

## **5.8 Futures pistes de recherche**

L'amélioration de l'efficacité du traitement d'HD observée lors de l'exercice intradialytique est rapportée dans des études d'intervention (Mohseni, Zeydi, Ilali, Adib-Hajbaghery, & Makhloogh, 2013; Parsons et coll., 2006), mais aussi lors de l'exercice aigu, autrement dit, lors d'une seule séance d'exercice intradialytique (Brown, Rowed, Shearer, MacRae, & Parker, 2017; Giannaki et coll., 2011). À ce titre, il semble important de souligner que ce bénéfice s'observe uniquement lors de l'exercice aérobie par pédalage. Cependant, aucune étude ne s'est intéressée à savoir si ce bénéfice est uniquement le fruit de l'exercice aigu ou s'il peut se bonifier avec l'entraînement (chronique). Or, il est possible d'imaginer que ce bénéfice n'est que le résultat d'un effet aigu et qu'il est influencé par des paramètres tels que la durée ou même l'intensité du pédalage. En d'autres

termes, il serait possible d'imaginer que pédaler plus longtemps et à des intensités plus élevées apporterait de meilleures améliorations que pédaler pendant une durée plus courte et à une intensité plus faible. À ce sujet, la majorité des études en exercice continu proposent de pédaler 30 minutes. Or, aucune donnée probante n'appuie ce chiffre. Aussi, si certaines études se sont intéressées à comparer l'effet de différentes intensités lors de l'exercice aérobic sur l'efficacité du traitement d'HD, sans résultats probants pour des intensités élevées comparativement à modérées (Brown et coll., 2017), aucune ne s'est intéressée à comparer l'effet de différentes durées de pédalage sur cette variable. Il serait donc pertinent de s'intéresser à ce paramètre lors de prochaines études.

De plus, comme rapporté dans cette étude pilote, il existe une différence entre les sexes concernant l'efficacité du traitement d'HD. En effet, les femmes ont des valeurs de Kt/V et de PRU significativement supérieures aux hommes. Cela est grandement expliqué par les différences corporelles, notamment les différences au niveau de la masse corporelle totale, qui est plus faible chez les femmes. Ce faisant, les femmes ont un volume de distribution de l'urée qui est plus faible et donc une meilleure épuration de cette dernière par le dialyseur pour une même durée de traitement comparativement aux hommes. Si les différences au niveau du sexe sur l'efficacité du traitement d'HD sont bien connues, à ce jour, personne ne s'est intéressé à cette différence lors de l'exercice intradialytique. Autrement dit, personne ne s'est intéressé à savoir si les femmes et les hommes répondent de la même manière à l'exercice aérobic par pédalage. Les analyses secondaires de cette étude pilote montrent justement une différence entre les sexes face à la réponse physiologique de cette variable. À notre connaissance, cette étude pilote est la première à étudier ce point, démontrant une différence entre les sexes à la suite de l'exercice intradialytique. Ainsi, il semblerait pertinent, lors de futures études, de s'intéresser à ce point.

Toutefois, l'utilisation du Kt/V comme indicateur de l'efficacité du traitement d'HD est de plus en plus remise en cause. En effet, il semblerait que l'usage de ce dernier comme marqueur d'efficacité du traitement d'HD soit de moins en moins pertinent. D'autres marqueurs, notamment les molécules de taille moyenne telles que les  $\beta_2$ -

microglobulines qui sont plus liées au syndrome urémique et donc à la mortalité (Cheung et coll., 2006; Vanholder, Glorieux, & Eloot, 2015), nécessitent d'être étudiés en exercice intradialytique.

Enfin, presque toutes les interventions en exercice intradialytique utilisent l'exercice aérobie continu d'intensité modéré. Cependant, la faisabilité d'autres modalités d'exercices se doit d'être étudiée davantage, notamment l'entraînement par intervalles d'intensité élevé. À ce titre, chez la population saine, mais aussi en condition de maladie chronique, cette modalité d'intervention apporte des bénéfices plus optimaux comparativement à l'entraînement aérobie continu d'intensité modéré, notamment sur le plan cardiovasculaire (Guimaraes et coll., 2010 ; Weston, Wisløff, & Coombes, 2014 ; Ramos, Dalleck, Tjonna, Beetham, & Coombes, 2015). Cependant, à notre connaissance, seule une étude s'est intéressée à cette modalité en exercice intradialytique, démontrant sa faisabilité (Macdonald et coll., 2005). Si les résultats s'avèrent prometteurs dans d'autres études en exercice intradialytique, cela pourrait être une stratégie d'intervention plus optimale afin de pouvoir proposer l'exercice à plus de patients.



## SIXIÈME CHAPITRE : CONCLUSION

Les objectifs de cette étude pilote étaient d'évaluer (1) la faisabilité de l'exercice mixte intradialytique chez des patients âgés atteints d'IR et (2) les impacts de cette stratégie d'intervention sur les variables liées à la capacité fonctionnelle, à l'état psychologique et au traitement d'HD.

Premièrement, ces résultats démontrent la faisabilité d'une telle intervention auprès des patients âgés atteints d'IR. En effet, on observe aussi bien une importante facilité de recrutement, qu'une adhérence élevée à l'exercice. De plus, les patients rapportent une bonne valence affective pendant l'exercice, ce qui explique en partie leur bonne acceptabilité et de surcroît leur très bonne adhérence.

Dans un second temps, ces résultats démontrent des effets significatifs de l'intervention sur le plan de la capacité fonctionnelle, et ce, aussi bien sur l'endurance que la puissance musculaire des membres inférieurs. Des améliorations significatives de la composante mentale de la QdV liée à la santé, des niveaux de dépression et de la qualité du sommeil ont également été observés. Enfin, au niveau de l'efficacité du traitement d'HD, on observe une tendance, qui semble influencée par les améliorations significatives observées uniquement chez les femmes. Aucune amélioration n'est observée au sujet de la QdV globale et de la composante physique de cette dernière ainsi que de la pression artérielle de repos.

Ainsi, les résultats obtenus dans cette étude pilote permettent de démontrer la faisabilité, mais également la pertinence clinique de l'exercice intradialytique chez les patients âgés atteints d'IR. À cet égard, il semble important de continuer les recherches dans ce domaine afin de poursuivre le développement de lignes directrices en matière de recommandations d'exercice. Les résultats présents dans la littérature, à partir desquels a été fondée cette intervention, constituent des données probantes permettant la justification de l'implantation de la pratique d'exercice intradialytique et la présence des kinésiothérapeutes.

dans les unités d'HD. De concert, la littérature et ces résultats permettent de mettre en exergue l'importance des kinésiologues dans les équipes interdisciplinaires des milieux hospitaliers québécois et, ce faisant, l'amélioration des services offerts aux patients atteints d'IR.

D'autres études se doivent de s'intéresser davantage les impacts de l'exercice intradialytique, notamment d'autres modalités d'intervention, chez des patients qui sont de plus en plus âgés. De même, plusieurs pistes soulevées dans cette étude pilote, notamment l'effet du sexe sur les variables liées à l'efficacité du traitement d'HD, restent à être étudiées.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ACSM. (2006). Guidelines for exercise testing and prescription. Lippincott Williams & Wilkins. *Philadelphia, Pa*, 366.
- ACSM. (2013). Guidelines for exercise testing and prescription. Lippincott Williams & Wilkins.
- Adler, A. I., Stevens, R. J., Manley, S. E., Bilous, R. W., Cull, C. A., & Holman, R. R. (2003). Development and progression of nephropathy in type 2 diabetes: the United Kingdom Prospective Diabetes Study (UKPDS 64). *Kidney Int*, 63(1), 225-232. doi:10.1046/j.1523-1755.2003.00712.x
- Anderson, J. E., Boivin, M. R., Jr., & Hatchett, L. (2004). Effect of exercise training on interdialytic ambulatory and treatment-related blood pressure in hemodialysis patients. *Ren Fail*, 26(5), 539-544.
- Anding, K., Bar, T., Trojnik-Hennig, J., Kuchinke, S., Krause, R., Rost, J. M., & Halle, M. (2015). A structured exercise programme during haemodialysis for patients with chronic kidney disease: clinical benefit and long-term adherence. *BMJ Open*, 5(8), e008709. doi:10.1136/bmjopen-2015-008709
- Arora, P., Vasa, P., Brenner, D., Iglar, K., McFarlane, P., Morrison, H., & Badawi, A. (2013). Prevalence estimates of chronic kidney disease in Canada: results of a nationally representative survey. *Cmaj*, 185(9), E417-423. doi:10.1503/cmaj.120833
- Baxmann, A. C., Ahmed, M. S., Marques, N. C., Menon, V. B., Pereira, A. B., Kirsztajn, G. M., & Heilberg, I. P. (2008). Influence of Muscle Mass and Physical Activity on Serum and Urinary Creatinine and Serum Cystatin C. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 3(2), 348-354. doi:10.2215/cjn.02870707
- Blacher, J., Guerin, A. P., Pannier, B., Marchais, S. J., & London, G. M. (2001). Arterial calcifications, arterial stiffness, and cardiovascular risk in end-stage renal disease. *Hypertension*, 38(4), 938-942.
- Bohannon, R. W. (2006). Reference values for the five-repetition sit-to-stand test: a descriptive meta-analysis of data from elders. *Percept Mot Skills*, 103(1), 215-222. doi:10.2466/pms.103.1.215-222
- Bourque, P., Blanchard, L., & Vézina, J. (1990). Étude psychométrique de l'Échelle de dépression gériatrique. *Canadian Journal on Aging*.
- Brown, P. D. S., Rowed, K., Shearer, J., MacRae, J. M., & Parker, K. (2017). Impact of intradialytic exercise intensity on urea clearance in hemodialysis patients. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 43(1), 101-104.
- Brown, S., & O'Reilly, P. (1991). Iohexol clearance for the determination of glomerular filtration rate in clinical practice: evidence for a new gold standard. *J Urol*, 146(3), 675-679.
- Buyse, D. J., Reynolds, C. F., Monk, T. H., Berman, S. R., & Kupfer, D. J. (1989). The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry research*, 28(2), 193-213.

- Buyse, D. J., Reynolds III, C. F., Monk, T. H., Hoch, C. C., Yeager, A. L., & Kupfer, D. J. (1991). Quantification of subjective sleep quality in healthy elderly men and women using the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI). *Sleep*, 14(4), 331-338.
- Carney, R. M., Wetzel, R. D., Hagberg, J., & Goldberg, A. P. (1986). The relationship between depression and aerobic capacity in hemodialysis patients. *Psychosom Med*, 48(1-2), 143-147.
- Chang, Y., Cheng, S.-Y., Lin, M., Gau, F.-Y., & Chao, Y.-F. C. (2010). The effectiveness of intradialytic leg ergometry exercise for improving sedentary life style and fatigue among patients with chronic kidney disease: A randomized clinical trial. *International Journal of Nursing Studies*, 47(11), 1383-1388. doi:<http://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2010.05.002>
- Cheema, B., Abas, H., Smith, B., O'Sullivan, A., Chan, M., Patwardhan, A., . . . Fiatarone Singh, M. (2007a). Randomized controlled trial of intradialytic resistance training to target muscle wasting in ESRD: the Progressive Exercise for Anabolism in Kidney Disease (PEAK) study. *Am J Kidney Dis*, 50(4), 574-584. doi:10.1053/j.ajkd.2007.07.005
- Cheema, B., Abas, H., Smith, B., O'Sullivan, A., Chan, M., Patwardhan, A., . . . Singh, M. F. (2007b). Progressive exercise for anabolism in kidney disease (PEAK): a randomized, controlled trial of resistance training during hemodialysis. *J Am Soc Nephrol*, 18(5), 1594-1601. doi:10.1681/ASN.2006121329
- Cheema, B., Smith, B., & Singh, M. (2005). A rationale for intradialytic exercise training as standard clinical practice in ESRD. *Am J Kidney Dis*, 45(5), 912-916.
- Chen, I. R., Wang, S. M., Liang, C. C., Kuo, H. L., Chang, C. T., Liu, J. H., . . . Huang, C. C. (2014). Association of walking with survival and RRT among patients with CKD stages 3-5. *Clin J Am Soc Nephrol*, 9(7), 1183-1189. doi:10.2215/cjn.09810913
- Chen, J. L., Godfrey, S., Ng, T. T., Moorthi, R., Liangos, O., Ruthazer, R., . . . Castaneda-Sceppa, C. (2010). Effect of intra-dialytic, low-intensity strength training on functional capacity in adult haemodialysis patients: a randomized pilot trial. *Nephrol Dial Transplant*, 25(6), 1936-1943. doi:10.1093/ndt/gfp739
- Cheung, A. K., Rocco, M. V., Yan, G., Leypoldt, J. K., Levin, N. W., Greene, T., . . . Clark, W. (2006). Serum  $\beta$ -2 microglobulin levels predict mortality in dialysis patients: results of the HEMO study. *Journal of the American Society of Nephrology*, 17(2), 546-555.
- Cockcroft, D. W., & Gault, M. H. (1976). Prediction of Creatinine Clearance from Serum Creatinine. *Nephron*, 16(1), 31-41.
- Collins, A. J. (2003). Cardiovascular mortality in end-stage renal disease. *Am J Med Sci*, 325(4), 163-167.
- Dauphinee, S. W., Gauthier, L., Gandek, B., Magnan, L., & Pierre, U. (1997). Readyng a US measure of health status, the SF-36, for use in Canada. *Clinical and investigative medicine*, 20(4), 224.
- De Lima, M. C., Cicotoste Cde, L., Cardoso Kda, S., Forgiarini, L. A., Jr., Monteiro, M. B., & Dias, A. S. (2013). Effect of exercise performed during hemodialysis: strength versus aerobic. *Ren Fail*, 35(5), 697-704. doi:10.3109/0886022X.2013.780977
- Delanaye, P., & Mariat, C. (2013). The applicability of eGFR equations to different populations. *Nat Rev Nephrol*, 9(9), 513-522. doi:10.1038/nrneph.2013.143

- Diaz, N., Menjon, S., Rolfo, C., Garcia-Alonso, P., Carulla, J., Magro, A., . . . Gasquet, J. A. (2008). Patients' perception of cancer-related fatigue: results of a survey to assess the impact on their everyday life. *Clin Transl Oncol*, 10(11), 753-757.
- DuBose, T. D. (2017). Regulation of Potassium Homeostasis in CKD. *Advances in Chronic Kidney Disease*, 24(5), 305-314. doi:<https://doi.org/10.1053/j.ackd.2017.06.002>
- Dubourg, L., Selistre, L., de Souza, V., Rabilloud, M., & Cochat, P. (2016). Quelle formule d'estimation du DFG peut-on utiliser lors du passage de nos patients de la pédiatrie à l'âge adulte? *Archives de Pédiatrie*, 23(6), 633.
- Earley, A., Miskulin, D., Lamb, E. J., Levey, A. S., & Uhlig, K. (2012). Estimating equations for glomerular filtration rate in the era of creatinine standardization: a systematic review. *Annals of internal medicine*, 156(11), 785-795.
- Eknoyan, G., Hostetter, T., Bakris, G. L., Hebert, L., Levey, A. S., Parving, H.-H., . . . Toto, R. Proteinuria and other markers of chronic kidney disease: a position statement of the national kidney foundation (NKF) and the national institute of diabetes and digestive and kidney diseases (NIDDK) <sup>1</sup>. *American Journal of Kidney Diseases*, 42(4), 617-622. doi:10.1016/S0272-6386(03)00826-6
- Evans, W. J., & Campbell, W. W. (1993). Sarcopenia and age-related changes in body composition and functional capacity. *The Journal of nutrition*, 123(2 Suppl), 465-468.
- Frazao, D. T., de Farias Junior, L. F., Dantas, T. C., Krinski, K., Elsangedy, H. M., Prestes, J., . . . Costa, E. C. (2016). Feeling of Pleasure to High-Intensity Interval Exercise Is Dependent of the Number of Work Bouts and Physical Activity Status. *PLoS One*, 11(3), e0152752. doi:10.1371/journal.pone.0152752
- Fondation canadienne du rein (2016). Consulté à : <https://www.kidney.ca/insuffisance-renale>
- Gansevoort, R. T., Correa-Rotter, R., Hemmelgarn, B. R., Jafar, T. H., Heerspink, H. J., Mann, J. F., . . . Wen, C. P. (2013). Chronic kidney disease and cardiovascular risk: epidemiology, mechanisms, and prevention. *Lancet*, 382(9889), 339-352. doi:10.1016/s0140-6736(13)60595-4
- Giannaki, C. D., Hadjigeorgiou, G. M., Karatzaferi, C., Maridaki, M. D., Koutedakis, Y., Founta, P., . . . Sakkas, G. K. (2013). A single-blind randomized controlled trial to evaluate the effect of 6 months of progressive aerobic exercise training in patients with uraemic restless legs syndrome. *Nephrol Dial Transplant*, 28(11), 2834-2840. doi:10.1093/ndt/gft288
- Giannaki, C. D., Sakkas, G. K., Karatzaferi, C., Hadjigeorgiou, G. M., Lavdas, E., Kyriakides, T., . . . Stefanidis, I. (2013). Effect of exercise training and dopamine agonists in patients with uremic restless legs syndrome: a six-month randomized, partially double-blind, placebo-controlled comparative study. *BMC Nephrol*, 14, 194. doi:10.1186/1471-2369-14-194
- Giannaki, C. D., Stefanidis, I., Karatzaferi, C., Liakos, N., Roka, V., Ntente, I., & Sakkas, G. K. (2011). The effect of prolonged intradialytic exercise in hemodialysis efficiency indices. *Asaio j*, 57(3), 213-218. doi:10.1097/MAT.0b013e318215dc9e
- Go, A. S., Chertow, G. M., Fan, D., McCulloch, C. E., & Hsu, C.-y. (2004). Chronic Kidney Disease and the Risks of Death, Cardiovascular Events, and Hospitalization. *New England Journal of Medicine*, 351(13), 1296-1305. doi:10.1056/NEJMoa041031

- Gueutin, V., Deray, G., Isnard-Bagnis, C., & Janus, N. (2011). La physiologie rénale. *Journal de Pharmacie Clinique*, 30(4), 209-214.
- Guimaraes, G. V., Ciolac, E. G., Carvalho, V. O., D'Avila, V. M., Bortolotto, L. A., & Bocchi, E. A. (2010). Effects of continuous vs. interval exercise training on blood pressure and arterial stiffness in treated hypertension. *Hypertension Research*, 33(6), 627.
- Hardy, C. J., & Rejeski, W. J. (1989). Not what, but how one feels: The measurement of affect during exercise. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 11(3), 304-317.
- Headley, S., Germain, M., Mailloux, P., Mulhern, J., Ashworth, B., Burris, J., . . . Welles, R. (2002). Resistance training improves strength and functional measures in patients with end-stage renal disease. *American Journal of Kidney Diseases*, 40(2), 355-364.
- Hecking, M., Bieber, B. A., Ethier, J., Kautzky-Willer, A., Sunder-Plassmann, G., Säemann, M. D., . . . Robinson, B. M. (2014). Sex-specific differences in hemodialysis prevalence and practices and the male-to-female mortality rate: the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). *PLoS medicine*, 11(10), e1001750.
- Heiwe, S., & Jacobson, S. H. (2011). Exercise training for adults with chronic kidney disease. *Cochrane Database Syst Rev*(10), Cd003236. doi:10.1002/14651858.CD003236.pub2
- Henson, A., Gillespie, B., McCarthy, A., Finch, L., Chatterton, S., Devlin, J., . . . Orazio, L. (2010). Intradialytic exercise: A feasibility study. *Renal Society of Australasia Journal*, 6(1).
- Institut Canadiens d'Information sur la Santé, ICIS (2016). Traitement du stade terminal de l'insuffisance organique au Canada : Registre canadien des insuffisances et des transplantations d'organes, 2006 à 2015 — tableaux de données, STIR.
- Johansen, K. L. (2007). Exercise in the end-stage renal disease population. *J Am Soc Nephrol*, 18(6), 1845-1854. doi:10.1681/ASN.2007010009
- Johansen, K. L., Kaysen, G. A., Dalrymple, L. S., Grimes, B. A., Glidden, D. V., Anand, S., & Chertow, G. M. (2013). Association of Physical Activity with Survival among Ambulatory Patients on Dialysis: The Comprehensive Dialysis Study. *Clin J Am Soc Nephrol*, 8(2), 248-253. doi:10.2215/cjn.08560812
- Jungers, P., Man, N. K., Joly, D., & Legendre, C. (2011). *L'insuffisance rénale chronique: prévention et traitement*: Lavoisier.
- Kalantar-Zadeh, K., Kopple, J. D., Block, G., & Humphreys, M. H. (2001). Association among SF36 quality of life measures and nutrition, hospitalization, and mortality in hemodialysis. *J Am Soc Nephrol*, 12(12), 2797-2806.
- Kaysen, G. A. (2009). Lipid and lipoprotein metabolism in chronic kidney disease. *J Ren Nutr*, 19(1), 73-77. doi:10.1053/j.jrn.2008.10.011
- KDOQI. (2002). Clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification. *Am J Kidney Dis*, 39(2 Suppl 1), S1-266.
- KDOQI. (2007). Clinical Practice Guideline and Clinical Practice Recommendations for anemia in chronic kidney disease: 2007 update of hemoglobin target. *Am J Kidney Dis*, 50(3), 471-530. doi:10.1053/j.ajkd.2007.06.008
- Kirkman, D. L., Mullins, P., Junglee, N. A., Kumwenda, M., Jibani, M. M., & Macdonald, J. H. (2014). Anabolic exercise in haemodialysis patients: a randomised controlled

- pilot study. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, 5(3), 199-207. doi:10.1007/s13539-014-0140-3
- Koh, K. P., Fasset, R. G., Sharman, J. E., Coombes, J. S., & Williams, A. D. (2010). Effect of intradialytic versus home-based aerobic exercise training on physical function and vascular parameters in hemodialysis patients: a randomized pilot study. *Am J Kidney Dis*, 55(1), 88-99. doi:10.1053/j.ajkd.2009.09.025
- Kolko, A., Lasseur, C., Labat, T., Trolonge, S., & Chauveau, P. (2014). Activité physique chez les patients dialysés : comment et pourquoi l'évaluer et mettre en place un programme ? *Néphrologie & Thérapeutique*, 2014/10, 151-158.
- Kong, C. H., Tattersall, J. E., Greenwood, R. N., & Farrington, K. (1999). The effect of exercise during haemodialysis on solute removal. *Nephrol Dial Transplant*, 14(12), 2927-2931.
- Konstantinidou, E., Koukouvou, G., Kouidi, E., Deligiannis, A., & Tourkantonis, A. (2002). Exercise training in patients with end-stage renal disease on hemodialysis: comparison of three rehabilitation programs. *J Rehabil Med*, 34(1), 40-45.
- Kopple, J. D., Kim, J. C., Shapiro, B. B., Zhang, M., Li, Y., Porszasz, J., . . . Kalantar-Zadeh, K. (2015). Factors affecting daily physical activity and physical performance in maintenance dialysis patients. *J Ren Nutr*, 25(2), 217-222. doi:10.1053/j.jrn.2014.10.017
- Koufaki, P., Mercer, T. H., & Naish, P. F. (2002). Effects of exercise training on aerobic and functional capacity of end-stage renal disease patients. *Clin Physiol Funct Imaging*, 22(2), 115-124.
- Kouidi, E., Grekas, D., Deligiannis, A., & Tourkantonis, A. (2004). Outcomes of long-term exercise training in dialysis patients: comparison of two training programs. *Clin Nephrol*, 61 Suppl 1, S31-38.
- Kouidi, E., Karagiannis, V., Grekas, D., Iakovides, A., Kaprinis, G., Tourkantonis, A., & Deligiannis, A. (2010). Depression, heart rate variability, and exercise training in dialysis patients. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*, 17(2), 160-167. doi:10.1097/HJR.0b013e32833188c4
- Kraut, J. A., & Madias, N. E. (2017). Adverse Effects of the Metabolic Acidosis of Chronic Kidney Disease. *Advances in Chronic Kidney Disease*, 24(5), 289-297. doi:<https://doi.org/10.1053/j.ackd.2017.06.005>
- Krzesinski, J.-M., & Dubois, B. (2007). Anémie et risque cardiovasculaire chez l'insuffisant rénal chronique. Nouvelles données sur la cible en hémoglobine à atteindre. *Revue Médicale de Liège*, 62(5-6), 366-370.
- Lameire, N. (2007). La physiologie rénale et son implication dans la physiopathologie de l'insuffisance rénale aiguë. *L'insuffisance rénale aiguë*, 49-66.
- Legris, M.-È., & Desforges, K. (2017). Ajustement posologique: pour un choix éclairé de la formule d'estimation de la fonction rénale. *Pharmactuel*, 50(1), 34-44.
- Lindeman, R. D., Tobin, J., & Shock, N. W. (1985). Longitudinal studies on the rate of decline in renal function with age. *Journal of the American Geriatrics Society*, 33(4), 278-285.
- Lopes, A. A., Lantz, B., Morgenstern, H., Wang, M., Bieber, B. A., Gillespie, B. W., . . . Pisoni, R. L. (2014). Associations of self-reported physical activity types and levels with quality of life, depression symptoms, and mortality in hemodialysis patients: the DOPPS. *Clin J Am Soc Nephrol*, 9(10), 1702-1712. doi:10.2215/cjn.12371213

- Lowrie, E. G., Curtin, R. B., LePain, N., & Schatell, D. (2003). Medical outcomes study short form-36: a consistent and powerful predictor of morbidity and mortality in dialysis patients. *American Journal of Kidney Diseases*, 41(6), 1286-1292.
- Lowrie, E. G., Huang, W. H., & Lew, N. L. (1994). Death risk predictors among peritoneal dialysis and hemodialysis patients: A preliminary comparison. *American Journal of Kidney Diseases*, 26(1), 220-228. doi:10.1016/0272-6386(95)90177-9
- Lowrie, E. G., Chertow, G. M., Lew, N. L., Lazarus, J. M., & Owen, W. F. (1999). The urea {clearance $\times$  dialysis time} product (Kt) as an outcome-based measure of hemodialysis dose. *Kidney international*, 56(2), 729-737.
- Macdonald, J. H., Marcora, S. M., Jibani, M., Phanish, M. K., Holly, J., & Lemmey, A. B. (2005). Intradialytic exercise as anabolic therapy in haemodialysis patients – a pilot study. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 25(2), 113-118. doi:10.1111/j.1475-097X.2004.00600.x
- Mansour, A. (2014). *Insuffisance rénale aigue*.
- Marieb, E. N. (2009). *Essentials of Human Anatomy and Physiology* (Vol. 9). San Francisco (CA): Pearson/Benjamin Cummings.
- Matsushita, K., Ballew, S. H., & Coresh, J. (2016). Cardiovascular risk prediction in people with chronic kidney disease. *Curr Opin Nephrol Hypertens*, 25(6), 518-523. doi:10.1097/mnh.0000000000000265
- Matsuzawa, R., Matsunaga, A., Wang, G., Kutsuna, T., Ishii, A., Abe, Y., . . . Takahira, N. (2012). Habitual physical activity measured by accelerometer and survival in maintenance hemodialysis patients. *Clin J Am Soc Nephrol*, 7(12), 2010-2016. doi:10.2215/cjn.03660412
- Michels, W. M., Grootendorst, D. C., Verduijn, M., Elliott, E. G., Dekker, F. W., & Krediet, R. T. (2010). Performance of the Cockcroft-Gault, MDRD, and new CKD-EPI formulas in relation to GFR, age, and body size. *Clin J Am Soc Nephrol*, 5(6), 1003-1009. doi:10.2215/cjn.06870909
- Mohseni, R., Zeydi, A. E., Ilali, E., Adib-Hajbaghery, M., & Makhloogh, A. (2013). The effect of intradialytic aerobic exercise on dialysis efficacy in hemodialysis patients: a randomized controlled trial. *Oman medical journal*, 28(5), 345.
- Musavian, A. S., Soleimani, A., Masoudi Alavi, N., Baseri, A., & Savari, F. (2015). Comparing the effects of active and passive intradialytic pedaling exercises on dialysis efficacy, electrolytes, hemoglobin, hematocrit, blood pressure and health-related quality of life. *Nurs Midwifery Stud*, 4(1), e25922.
- Musso, C. G., & Oreopoulos, D. G. (2011). Aging and physiological changes of the kidneys including changes in glomerular filtration rate. *Nephron Physiology*, 119(Suppl. 1), p1-p5.
- Nabolsi, M. M., Wardam, L., & Al-Halabi, J. O. (2015). Quality of life, depression, adherence to treatment and illness perception of patients on haemodialysis. *Int J Nurs Pract*, 21(1), 1-10. doi:10.1111/ijn.12205
- Nagami, G. T., & Hamm, L. L. (2017). Regulation of Acid-Base Balance in Chronic Kidney Disease. *Advances in Chronic Kidney Disease*, 24(5), 274-279. doi:<https://doi.org/10.1053/j.ackd.2017.07.004>
- Navaneethan, S. D., Kirwan, J. P., Arrigain, S., & Schold, J. D. (2014). Adiposity measures, lean body mass, physical activity and mortality: NHANES 1999–2004. *BMC Nephrol*, 15(1), 108. doi:10.1186/1471-2369-15-108



- Neil Smart, J. M., Veronique Cornelissen. (2013). The Effect of Exercise Therapy on Physical Function, Biochemistry and Dialysis Adequacy in Haemodialysis Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Open Journal of Nephrology*. doi:<http://dx.doi.org/10.4236/ojneph.2013.31005>
- Newman, A. B., Kupelian, V., Visser, M., Simonsick, E. M., Goodpaster, B. H., Kritchevsky, S. B., . . . Harris, T. B. (2006). Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 61(1), 72-77.
- Oh-Park, M., Fast, A., Gopal, S., Lynn, R., Frei, G., Drenth, R., & Zohman, L. (2002). Exercise for the dialyzed: aerobic and strength training during hemodialysis. *Am J Phys Med Rehabil*, 81(11), 814-821. doi:10.1097/01.phm.0000030623.81541.da
- Oliveros, R. M., Avendano, M., Bunout, D., Hirsch, S., De La Maza, M. P., Pedreros, C., & Muller, H. (2011). [A pilot study on physical training of patients in hemodialysis]. *Rev Med Chil*, 139(8), 1046-1053. doi:/S0034-98872011000800010
- Østhus, T. B. H., von der Lippe, N., Ribu, L., Rustøen, T., Leivestad, T., Dammen, T., & Os, I. (2012). Health-related quality of life and all-cause mortality in patients with diabetes on dialysis. *BMC Nephrol*, 13, 78. doi:10.1186/1471-2369-13-78
- Ouzouni, S., Kouidi, E., Sioulis, A., Grekas, D., & Deligiannis, A. (2009). Effects of intradialytic exercise training on health-related quality of life indices in haemodialysis patients. *Clin Rehabil*, 23(1), 53-63. doi:10.1177/0269215508096760
- Padilla, J., Krasnoff, J., Da Silva, M., Hsu, C. Y., Frassetto, L., Johansen, K. L., & Painter, P. (2008). Physical functioning in patients with chronic kidney disease. *J Nephrol*, 21(4), 550-559.
- Painter, P., Moore, G., Carlson, L., Paul, S., Myll, J., Phillips, W., & Haskell, W. (2002). Effects of exercise training plus normalization of hematocrit on exercise capacity and health-related quality of life. *American Journal of Kidney Diseases*, 39(2), 257-265. doi:<http://doi.org/10.1053/ajkd.2002.30544>
- Painter, P. (2005). Physical functioning in end-stage renal disease patients: Update 2005. *Hemodialysis International*, 9(3), 218-235.
- Painter, P., & Roshanravan, B. (2013). The association of physical activity and physical function with clinical outcomes in adults with chronic kidney disease. *Curr Opin Nephrol Hypertens*, 22(6), 615-623. doi:10.1097/MNH.0b013e328365b43a
- Parfitt, G., & Eston, R. (1995). Changes in ratings of perceived exertion and psychological affect in the early stages of exercise. *Percept Mot Skills*, 80(1), 259-266. doi:10.2466/pms.1995.80.1.259
- Parsons, T. L., Toffelmire, E. B., & King-VanVlack, C. E. (2006). Exercise training during hemodialysis improves dialysis efficacy and physical performance. *Arch Phys Med Rehabil*, 87(5), 680-687. doi:10.1016/j.apmr.2005.12.044
- Petraki, M., Kouidi, E., Grekas, D., & Deligiannis, A. (2008). Effects of exercise training during hemodialysis on cardiac baroreflex sensitivity. *Clin Nephrol*, 70(3), 210-219.
- Port, F. K., Wolfe, R. A., Hulbert-Shearon, T. E., McCullough, K. P., Ashby, V. B., & Held, P. J. (2004). High dialysis dose is associated with lower mortality among women but not among men 1. *American Journal of Kidney Diseases*, 43(6), 1014-1023.
- Ramirez, S. P. B., Kapke, A., Port, F. K., Wolfe, R. A., Saran, R., Pearson, J., . . . Daugirdas, J. T. (2012). Dialysis dose scaled to body surface area and size-adjusted,

- sex-specific patient mortality. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, CJN. 00390112.
- Ramos, J. S., Dalleck, L. C., Tjonna, A. E., Beetham, K. S., & Coombes, J. S. (2015). The impact of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on vascular function: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 45(5), 679-692.
- Rassa, A. C., Horne, B. D., McCubrey, R. O., Bair, T. L., Muhlestein, J. B., Morris, D. R., & Anderson, J. L. (2015). Novel Stratification of Mortality Risk by Kidney Disease Stage. *Am J Nephrol*, 42(6), 443-450.
- Reenders, K., de Nobel, E., van den Hoogen, H. J., Rutten, G. E., & van Weel, C. (1993). Diabetes and its long-term complications in general practice: a survey in a well-defined population. *Family practice*, 10(2), 169-172. doi:10.1093/fampra/10.2.169
- Ricardo, A. C., Madero, M., Yang, W., Anderson, C., Menezes, M., Fischer, M. J., . . . Lash, J. P. (2013). Adherence to a healthy lifestyle and all-cause mortality in CKD. *Clin J Am Soc Nephrol*, 8. doi:10.2215/cjn.00600112
- Ronco, C., Haapio, M., Anavekar, N. S., House, A. A., & Bellomo, R. (2012). Cardiorenal Syndrome. In J.-L. Vincent & J. B. Hall (Eds.), *Encyclopedia of Intensive Care Medicine* (pp. 495-504). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Schneditz, D., & Daugirdas, J. T. (1994). Formal analytical solution to a regional blood flow and diffusion based urea kinetic model. *Asaio j*, 40(3), M667-673.
- Schneditz, D., Van, J. S., & Daugirdas, J. T. (1993). A regional blood circulation alternative to in-series two compartment urea kinetic modeling. *ASAIO journal (American Society for Artificial Internal Organs: 1992)*, 39(3), M573-577.
- Schuit, A. J., Schouten, E. G., Westerterp, K. R., & Saris, W. H. (1997). Validity of the Physical Activity Scale for the Elderly (PASE): according to energy expenditure assessed by the doubly labeled water method. *Journal of clinical epidemiology*, 50(5), 541-546.
- Schwandt, A., Denkinger, M., Fasching, P., Pfeifer, M., Wagner, C., Weiland, J., . . . Holl, R. W. (2017). Comparison of MDRD, CKD-EPI, and Cockcroft-Gault equation in relation to measured glomerular filtration rate among a large cohort with diabetes. *J Diabetes Complications*, 31(9), 1376-1383. doi:10.1016/j.jdiacomp.2017.06.016
- Sietsema, K. E., Amato, A., Adler, S. G., & Brass, E. P. (2004). Exercise capacity as a predictor of survival among ambulatory patients with end-stage renal disease. *Kidney Int*, 65(2), 719-724. doi:10.1111/j.1523-1755.2004.00411.x
- Silverstein, D. M. (2009). Inflammation in chronic kidney disease: role in the progression of renal and cardiovascular disease. *Pediatr Nephrol*, 24(8), 1445-1452. doi:10.1007/s00467-008-1046-0
- Simo, V. E., Jimenez, A. J., Oliveira, J. C., Guzman, F. M., Nicolas, M. F., Potau, M. P., . . . de Arellano Serna, M. R. (2015). Efficacy of neuromuscular electrostimulation intervention to improve physical function in haemodialysis patients. *Int Urol Nephrol*, 47(10), 1709-1717. doi:10.1007/s11255-015-1072-3
- Song, W. J., & Sohng, K. Y. (2012). Effects of progressive resistance training on body composition, physical fitness and quality of life of patients on hemodialysis. *J Korean Acad Nurs*, 42(7), 947-956. doi:10.4040/jkan.2012.42.7.947

- Spector, W. D., Katz, S., Murphy, J. B., & Fulton, J. P. (1987). The hierarchical relationship between activities of daily living and instrumental activities of daily living. *Journal of chronic diseases*, 40(6), 481-489.
- Stack, A. G., Molony, D. A., Rives, T., Tyson, J., & Murthy, B. V. R. (2005). Association of physical activity with mortality in the US dialysis population. *American Journal of Kidney Diseases*, 45(4), 690-701. doi:10.1053/j.ajkd.2004.12.013
- Tentori, F., Elder, S. J., Thumma, J., Pisoni, R. L., Bommer, J., Fissell, R. B., . . . Robinson, B. M. (2010). Physical exercise among participants in the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS): correlates and associated outcomes. *Nephrol Dial Transplant*, 25(9), 3050-3062. doi:10.1093/ndt/gfq138
- Thomas, R., Kanso, A., & Sedor, J. R. (2008). Chronic Kidney Disease and Its Complications. *Prim Care*, 35(2), 329-vii. doi:10.1016/j.pop.2008.01.008
- Tiedemann, A., Shimada, H., Sherrington, C., Murray, S., & Lord, S. (2008). The comparative ability of eight functional mobility tests for predicting falls in community-dwelling older people. *Age Ageing*, 37(4), 430-435. doi:10.1093/ageing/afn100
- Toussaint, N. D., Polkinghorne, K. R., & Kerr, P. G. (2008). Impact of intradialytic exercise on arterial compliance and B-type natriuretic peptide levels in hemodialysis patients. *Hemodialysis International*, 12(2), 254-263.
- Tremblay, M. S., Aubert, S., Barnes, J. D., Saunders, T. J., Carson, V., Latimer-Cheung, A. E., . . . Chinapaw, M. J. M. (2017). Sedentary Behavior Research Network (SBRN) - Terminology Consensus Project process and outcome. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 14(1), 75. doi:10.1186/s12966-017-0525-8
- Ugurlu, N. B., D. ; Cevirme, A. ; & Uysal, DD. (2012). Determining quality of life, depression and anxiety levels of hemodialysis patients. *Health Med Journal*, 6, 2860-2869.
- USherbrookeTV. (29 mai 2018). Pédaler pendant son traitement d'hémodialyse [Document vidéo]. Disponible à l'adresse suivante : <http://www.youtube.com/watch?v=cWQ3NXh5tUE>
- Van Vilsteren, M. C., de Greef, M. H., & Huisman, R. M. (2005). The effects of a low-to-moderate intensity pre-conditioning exercise programme linked with exercise counselling for sedentary haemodialysis patients in The Netherlands: results of a randomized clinical trial. *Nephrol Dial Transplant*, 20(1), 141-146. doi:10.1093/ndt/gfh560
- Vanholder, R., Glorieux, G., & Eloot, S. (2015). Once upon a time in dialysis: the last days of Kt/V? *Kidney international*, 88(3), 460-465.
- Vaziri, N. D., & Norris, K. (2011). Lipid disorders and their relevance to outcomes in chronic kidney disease. *Blood Purif*, 31(1-3), 189-196. doi:10.1159/000321845
- Verhave, J. C., Fesler, P., Ribstein, J., du Cailar, G., & Mimran, A. (2005). Estimation of renal function in subjects with normal serum creatinine levels: influence of age and body mass index. *American Journal of Kidney Diseases*, 46(2), 233-241.
- Walser, M. (1987). Creatinine Excretion as a Measure of Protein Nutrition in Adults of Varying Age. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 11(5S), 73S-78S. doi:doi:10.1177/014860718701100510

- Washburn, R., & Ficker, J. (1999). Physical Activity Scale for the Elderly (PASE): the relationship with activity measured by a portable accelerometer. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 39(4), 336.
- Washburn, R. A., McAuley, E., Katula, J., Mihalko, S. L., & Boileau, R. A. (1999). The physical activity scale for the elderly (PASE): evidence for validity. *Journal of clinical epidemiology*, 52(7), 643-651.
- Washburn, R. A., Smith, K. W., Jette, A. M., & Janney, C. A. (1993). The Physical Activity Scale for the Elderly (PASE): development and evaluation. *Journal of clinical epidemiology*, 46(2), 153-162.
- Weston, K. S., Wisløff, U., & Coombes, J. S. (2014). High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, 48(16), 1227-1234.
- Wilund, K. R., Tomayko, E. J., Wu, P. T., Ryong Chung, H., Vallurupalli, S., Lakshminarayanan, B., & Fernhall, B. (2010). Intradialytic exercise training reduces oxidative stress and epicardial fat: a pilot study. *Nephrol Dial Transplant*, 25(8), 2695-2701. doi:10.1093/ndt/gfq106
- Workeneh, B. T., & Mitch, W. E. (2010). Review of muscle wasting associated with chronic kidney disease. *Am J Clin Nutr*, 91(4), 1128s-1132s. doi:10.3945/ajcn.2010.28608B
- Yazawa, M., Kido, R., Ohira, S., Hasegawa, T., Hanafusa, N., Iseki, K., . . . Shibagaki, Y. (2016). Early Mortality Was Highly and Strongly Associated with Functional Status in Incident Japanese Hemodialysis Patients: A Cohort Study of the Large National Dialysis Registry. *PLoS One*, 11(6). doi:10.1371/journal.pone.0156951

## ANNEXE 1

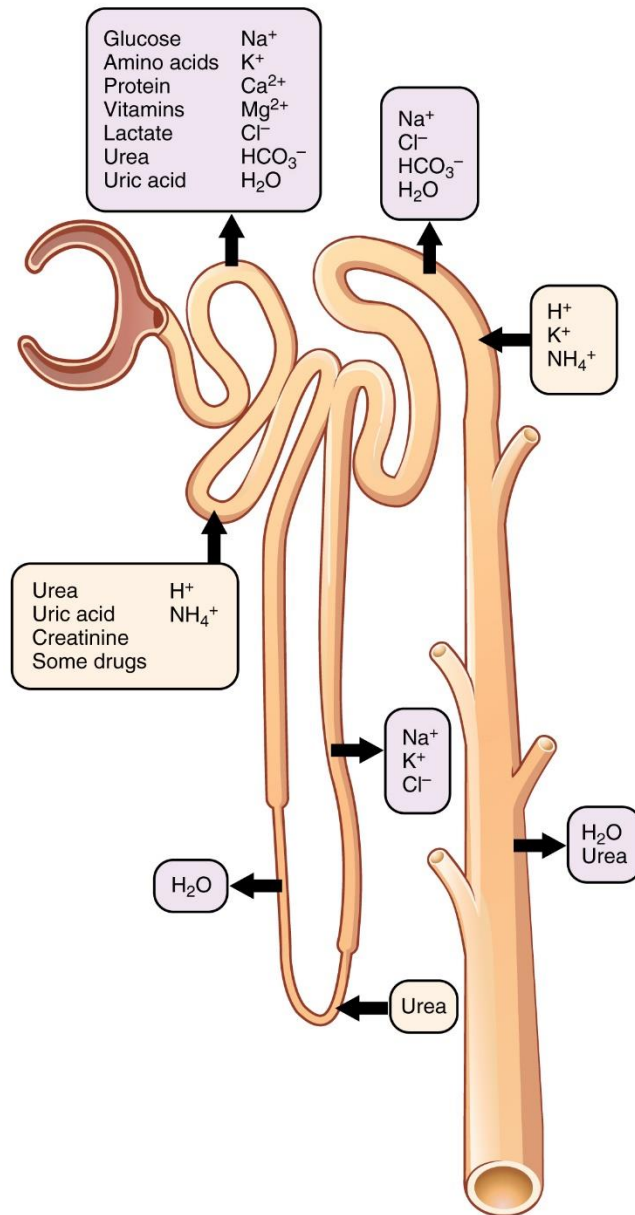


Figure 9. Réabsorption et sécrétion rénale. © OpenStax College, 2013.

Reproduit avec permission.

## ANNEXE 2

**A****B**

*Figure 10. Photos d'une fistule artérioveineuse (A) et d'un cathéter (B). © T. Deshayes, 2018. Publié avec l'accord des patients.*

## ANNEXE 3

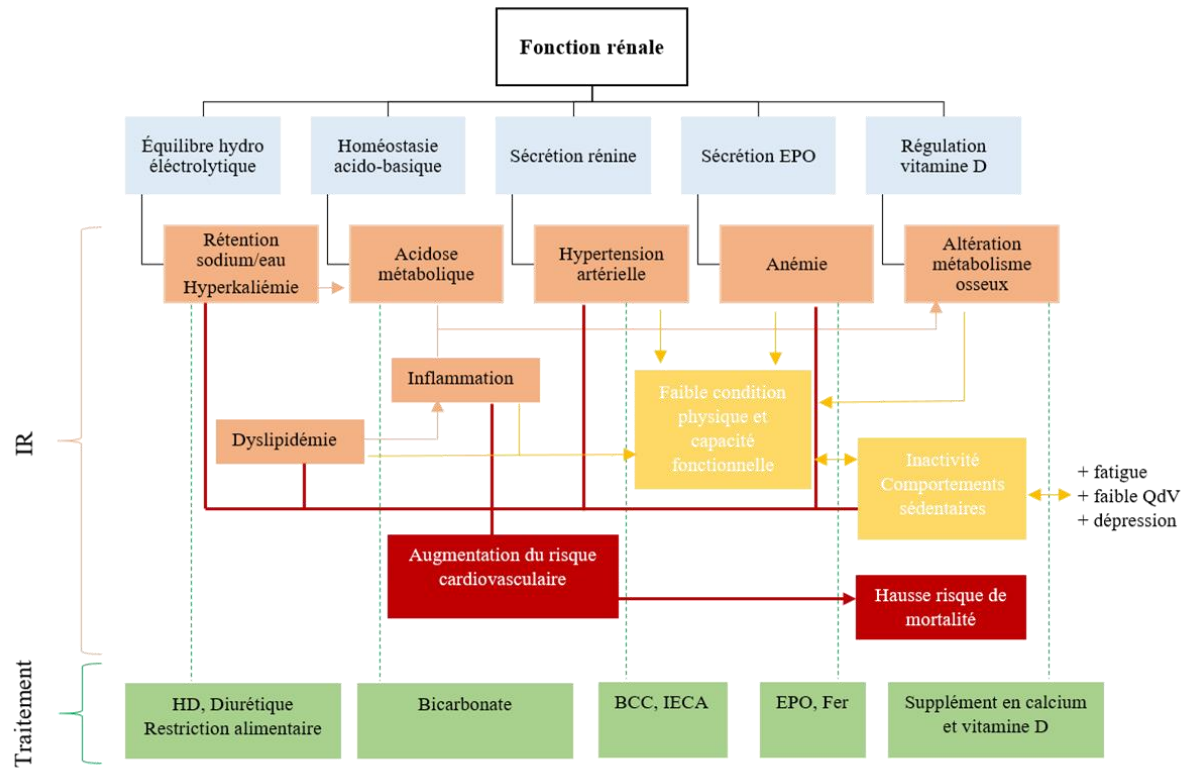


Figure 11. Schéma de la fonction rénale. © T. Deshayes, 2018.

## ANNEXE 4

Tableau 5. Caractéristiques de l'échantillon.

	<b>Tous (n=14)</b>	<b>Hommes (n=6)</b>	<b>Femmes (n=8)</b>
<b>Âge, année</b>	71,0 ± 13,0	71,0 ± 9,8	73,5 ± 18,0
<b>Taille, cm</b>	157,5 ± 8,0	163,0 ± 5,6	155,0 ± 3,5 <sup>†</sup>
<b>Poids, kg</b>	69,3 ± 38,1	84,5 ± 43,9	65,4 ± 20,8
<b>IMC, kg/m<sup>2</sup></b>	28,9 ± 12,1	31,9 ± 14,5	28,0 ± 10,0
<b>Historique en HD, mois</b>	45,0 ± 62,3	59,5 ± 120,3	45,0 ± 41,0
<b>Accès vasculaire, n (%)</b>			
<i>Cathéter</i>	7 (50)	3 (50)	4 (50)
<i>Fistule</i>	7 (50)	3 (50)	4 (50)
<b>Étiologie, n(%)</b>			
<i>NPDB</i>	5 (36)	3 (50)	2 (25)
<i>NVASC</i>	3 (21)	1 (17)	2 (25)
<i>Glomérulonéphrite</i>	3 (21)	0 (0)	3 (38)
<i>Autre, inconnu</i>	3 (21)	2 (33)	1 (13)
<b>Comorbidités, n(%)</b>			
<i>HTA</i>	13 (93)	5 (83)	8 (100)
<i>DT2</i>	6 (43)	4 (67)	2 (25)
<i>MCV</i>	5 (36)	3 (50)	2 (25)
<i>Hypothyroïdie</i>	3 (21)	1 (17)	2 (25)
<i>Dyslipidémie</i>	8 (57)	3 (50)	5 (63)
<i>Ostéoporose</i>	2 (14)	0 (0)	2 (25)
<i>Anémie</i>	13 (93)	5 (83)	8 (100)
<b>Fonction cardiovasculaire</b>			
<i>PAS, mm Hg</i>	138,7 ± 20,9	134,8 ± 29,0	143,9 ± 23,2
<i>PAD, mm Hg</i>	72,7 ± 14,8	72,7 ± 14,0	72,7 ± 22,5
<i>FC, bpm</i>	74,0 ± 27,0	63,2 ± 34,5	75,3 ± 20,0
<i>β-bloquants, n (%)</i>	7 (50)	4 (67)	3 (37,5)
<b>Profil sanguin lié à l'HD</b>			
<i>Kt/V</i>	1,50 ± 0,45	1,29 ± 0,32	1,74 ± 0,32 <sup>†</sup>
<i>PRU, %</i>	72,5 ± 9,8	66,7 ± 10,2	76,7 ± 6,2 <sup>†</sup>
<i>Créatinine, μmol/l</i>	742,0 ± 139,0	731,0 ± 253,5	753,0 ± 155,0
<i>Sodium, mmol/l</i>	138,0 ± 3,8	138,0 ± 4,5	138,0 ± 4,0
<i>Potassium, mmol/l</i>	4,65 ± 1,25	4,25 ± 0,90	5,25 ± 1,10 <sup>†</sup>
<i>Phosphore, mmol/l</i>	1,40 ± 0,44	1,41 ± 0,83	1,38 ± 0,34
<i>Calcium, mmol/l</i>	2,19 ± 0,23	2,27 ± 0,25	2,16 ± 0,27

Les données sont rapportées selon la médiane ± l'écart interquartile ou en pourcentage (%).

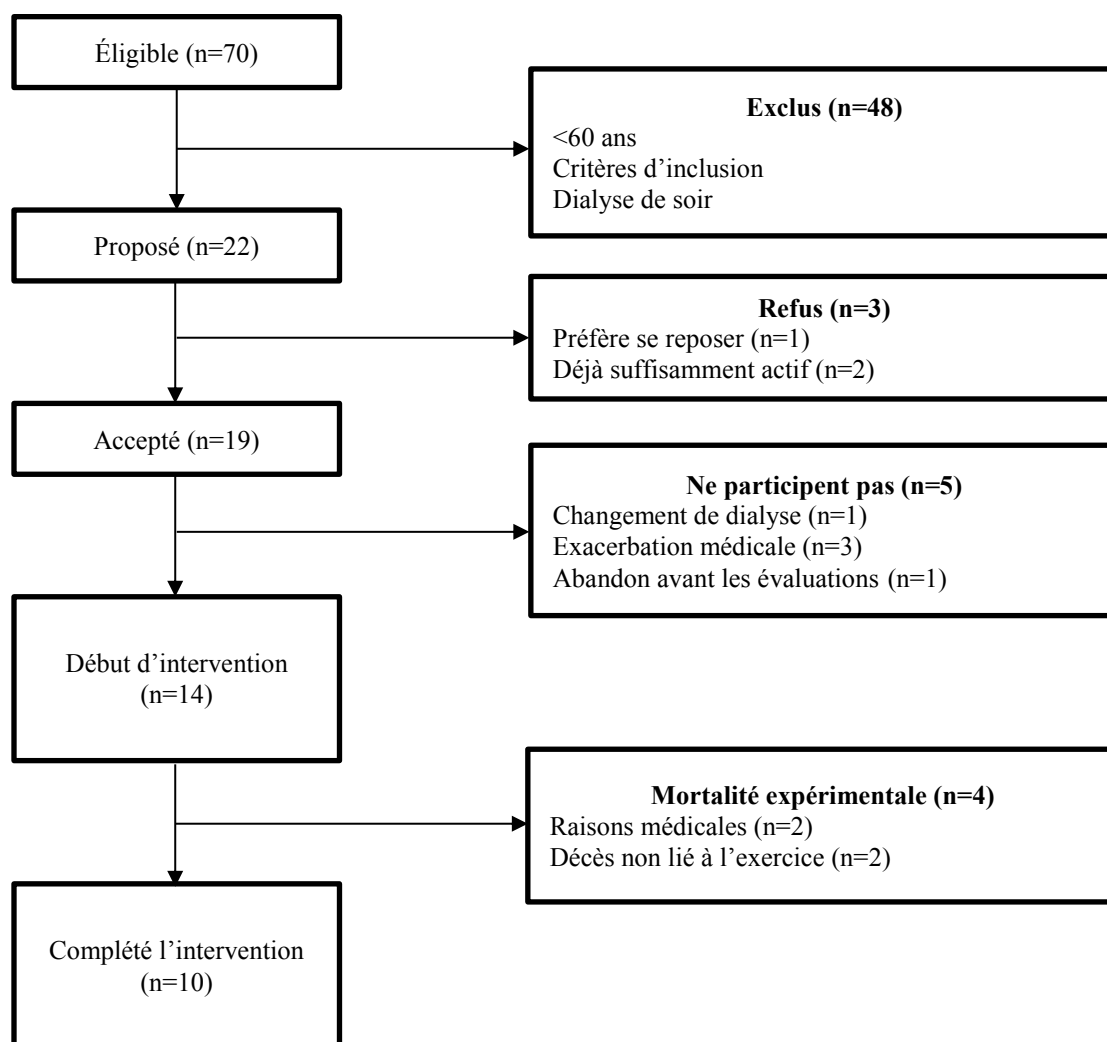


IMC= indice de masse corporelle ; HD= hémodialyse ; NPDB= néphropathie diabétique ; NVASC= néphropathie vasculaire ; HTA= hypertension artérielle ; DT2= diabète de type 2 ; MVC= maladie cardiovasculaire ; MPOC= maladie pulmonaire obstructive chronique ; PAS= pression artérielle systolique ; PAD= pression artérielle diastolique ; FC= fréquence cardiaque ; PRU= pourcentage de réduction de l'urée.

Le test du chi deux a été utilisé pour les variables catégorielles et un test t pour échantillon indépendant pour celles continues (U de Mann-Whitney pour les valeurs distribuées anormalement).

†  $P \leq 0,05$  différence entre les femmes et les hommes.

## ANNEXE 5

*Figure 12. Diagramme des flux.*

## ANNEXE 6

Tableau 6. Variation pré- et post-intervention des variables liées au traitement d'hémodialyse.

	Total		Hommes		Femmes	
	Pré	Post	Pré	Post	Pré	Post
Kt/V	1,50 ± 0,52	1,75 ± 1,08	1,25 ± 0,42	1,13 ± 0,61	1,73 ± 0,34	2,15 ± 0,43 <sup>**†</sup>
PRU	72,5 ± 12,1	77,8 ± 22,7	65,7 ± 12,9	62,2 ± 18,1	76,7 ± 5,5	83,3 ± 5,1 <sup>**†</sup>
Créatinine	731,0 ± 109,5	752,5 ± 93,8	722,0 ± 335,5	764,0 ± 339,5 <sup>**</sup>	744,0 ± 107,0	737,0 ± 100,0
Urée	23,70 ± 12,35	19,25 ± 11,55	19,70 ± 14,70	18,90 ± 10,50	24,70 ± 8,30	19,60 ± 15,60
PAS	138,5 ± 19,2	136,5 ± 24,8	132,3 ± 22,3	132,7 ± 16,5	148,0 ± 21,3	151,0 ± 28,8
PAD	73,4 ± 20,2	67,0 ± 20,5	74,0 ± 14,7	61,3 ± 16,4 <sup>*</sup>	72,7 ± 36,2	80,7 ± 23,7

Les données sont présentées selon la médiane ± l'écart interquartile.

PRU= pourcentage de réduction de l'urée ; PAS= pression artérielle systolique ; PAD= pression artérielle diastolique.

\*  $P \leq 0,05$  et \*\*  $P \leq 0,01$  différence entre pré- et post-intervention. †  $P \leq 0,05$  différence entre les femmes et les hommes.

## ANNEXE 7

Enquête de satisfaction projet ACTION
---------------------------------------

Nom :

Prénom :

Date :

Lieu :

Passation de l'enquête par :

De manière globale, comment évalueriez-vous le projet d'exercice proposé lors des 6 derniers mois ? :

- 4- Très satisfait
- 3- Assez satisfait
- 2- Moyennement satisfait
- 1- Pas du tout satisfait

Commentaires :

---



---



---

Si nous vous redemandions de participer à ce projet d'exercice, accepteriez-vous de nouveau ? :

- 4- Oui
- 3- Probablement
- 2- Non
- 1- Certainement pas

Recommanderiez-vous à un autre patient de faire de l'exercice pendant son traitement ? :

- 4- Oui
- 3- Probablement
- 2- Non
- 1- Certainement pas

Voulez-vous continuer à faire de l'exercice pendant votre traitement :

- 4- Oui
- 3- Probablement
- 2- Non
- 1- Certainement pas

Avez-vous des commentaires/suggestions au sujet de l'exercice ? :

---

---

---

Signature du participant :